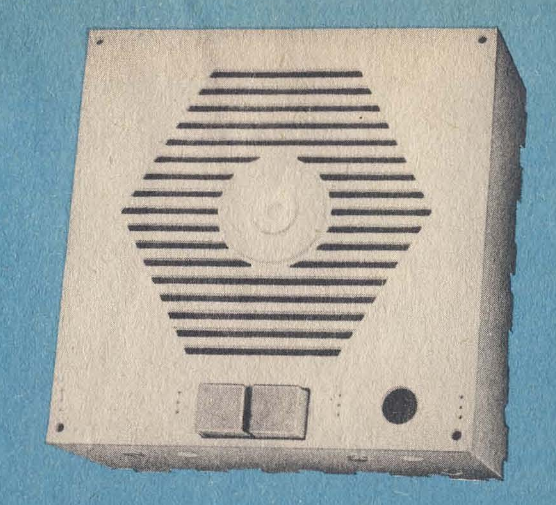
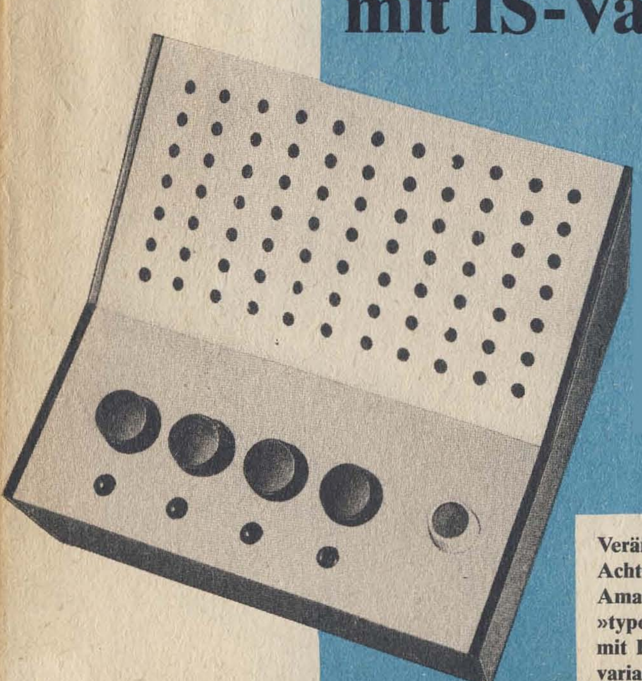



Bauplan Nr. 39
Preis 1,– Mark



Klaus Schlenzig

# Wechselsprechanlage DIALOG 80 mit IS-Variante



**Veränderte Fassung von Bauplan Nr. 25**
**Achtung! Auch zu diesem Bauplan ist im Amateurbedarfshandel ein Blatt ätzfester »typofix-electronic-spezial«-Abreibefolie mit Leiterbildern der beiden Hauptstellenvarianten und der Nebenstellen zum Selbstätzen dieser Leiterplatten erhältlich.**

# Originalbauplan Nr. 39

## Inhaltsverzeichnis


1. Einleitung
2. 1-W-Verstärkerbausteine
2.1. Variante 1: Verstärkerbaustein mit Transistoren
2.2. Variante 2: Verstärkerbaustein mit Schaltkreis
2.3. Schaltungsbeschreibung zu Variante 1
2.4. Aufbauhinweise zu Varinate 1
3. Prinzip einer einfachen Wechselsprechverbindung
4. Prinzip einer Wechselsprechanlage mit n Nebenstellen
4.1. Anlage mit n = 2 Nebenstellen
4.2. Anlage mit n ≧ 3 Nebenstellen
5. Vollständige Schaltungen für eine Anlage nach Variante 1 mit n ≧ 3 Nebenstellen
5.1. Nebenstelle
5.2. Hauptstelle
6. Bauhinweise
6.1. Hauptstelle
6.2. Nebenstellen
6.3. Verbindungen
7. Stromversorgung
8. Wechselsprechanlage mit Verstärker nach Variante 2
9. Literatur
10. Bauelementefragen und Bezugsquellen


## 1. Einleitung

Wechselsprechanlagen haben eine große Anzahl von Einsatzmöglichkeiten. Sie reichen von der einfachen Türsprecheinrichtung (ggf. in wetterfestem Gehäuse) bis zur Anlage mit mehreren Nebenstellen für Schulen, Kindergärten, Einfamilienhäuser, Dienstleistungsbetriebe usw. Im Unterschied zur Gegensprechverbindung erfordert eine Wechselsprechanlage Sprechdisziplin; meist wird der Dialog nur von einer Stelle gesteuert. Dort befinden sich dann im allgemeinen auch Verstärker und Stromversorgung. Die Nebenstellen können sich durch ein Rufsignal melden. Maßnahmen gegen ungewolltes Abhören durch die Hauptstelle dürfen in keiner Nebenstelle fehlen, es sei denn, sie ist gewollter »Lauschposten«. Das kann für Kinderzimmer, für die Überwachung von Büro- und Werkräumen außerhalb der Arbeitszeit u. ä. notwendig sein. Dort, wo beide Varianten gebraucht werden (z. B. in Kindergärten), wird die Lauschsperre rastend geschaltet. Wo unbedingte »Diskretion« nötig ist, muß der Nebenstellenbenutzer während des Gesprächs diese Taste dagegen ständig drücken. Man muß abwägen, welche Variante für den persönlichen Gebrauch sinnvoller ist.
Wechselsprechanlagen wurden in der Bauplanreihe nun schon 3mal behandelt. Der vorliegende Bauplan gründet sich auf die bewährte Anlage »DIALOG 74« aus Bauplan Nr. 25. Im Übergangszeitraum der Ablösung von Verstärkern aus Einzeltransistoren durch integrierte Analogschaltkreise wird ihr aber eine Variante mit dem A 211 gegenübergestellt, die vorteilhafter ist. Zum Zeitpunkt der Manuskriptbearbeitung war der A 211 noch nicht überall erhältlich. Beide Verstärkerbausteine passen in das gleiche Gehäuse, und die Nebenstellen bleiben unverändert
Folgt der Leser allen Empfehlungen, so gelangt er zu einer Anlage mit einer Reihe interessanter Eigenschaften: Der Verstärkerbaustein (sein Einsatz ist damit nicht auf Wechselsprechanlagen beschränkt!) liefert, je nach Einstellung seiner Gegenkopplung, entweder höhere Klangqualität oder größere Verstärkung. Die Hauptstelle kann, aus einem Netzteil gespeist, im Dauerbetrieb »rund um die Uhr« eingeschaltet bleiben, z. B. für Überwachungszwecke. Die Nebenstellen sind mit ebenfalls eisenlosen Rufgeneratoren ausgerüstet. Ihre Auslegung erlaubt außer der akustischen auch eine optische Signalisierung in der Hauptstelle. Dadurch sind auch bei einer größeren Anzahl von Nebenstellen (die handelsüblichen modernen Tastenschalter lassen maximal 15 zu!) Verwechslungen ausgeschlossen, wenn man die Anzeigelampen eindeutig den Wahltasten zuordnet. Für die konstruktive Gestaltung werden Beispiele geboten, doch kann der Leser seinen Bedürfnissen und Möglichkeiten gemäß auch andere Varianten wählen, da die Anordnung wenig kritisch ist.



## 2. 1-W-Verstärkerbausteine

### 2.1. Variante 1: Verstärkerbaustein mit Transistoren

Im Bauplan Nr. 19 wurde bereits ein eisenloser Verstärker vorgestellt, der sich aus »Amateurelektronik«-Bausteinen zusammensetzen ließ. Diese Art der Kombination ist überall dort am Platze, wo die Teile der Schaltung (dem Grundanliegen der steckbaren Bausteine gemäß) auch noch anderweitig jederzeit schnell einsetzbar bleiben sollen. Wer einen in der damals beschriebenen Art vorverdrahteten Trägerrahmen und die entsprechenden Bausteine vorrätig hat, kann also prinzipiell die Anlage auch mit diesem Bausteinverstärker betreiben. Dauereinsatz legt dagegen eine Gesamtleiterplatte nahe. Nach Bild 1 und Bild 2 läßt sich die Gesamtleiterplatte zusammenfügen, die aus der genannten Bausteinkombination abgeleitet wurde. Die Abmessungen der Leiterplatte entsprechen einem »Großbaustein 35 mm × 80 mm«. Solche größeren und damit in der Anwendung gegenüber Kleinbausteinen stärker spezialisierten Einheiten wurden durch das umfangreiche Angebot billiger Halbleiterbauelemente für viele Amateure interessant. Den fertigen Verstärkerbaustein zeigt Bild 4. Mit 2 Kühlblechwinkeln werden die beiden Endstufentransistoren montiert und gekühlt. Die Winkel vom System »Amateurelektronik« dürften im Handel noch erhältlich sein bzw. lassen sich leicht anfertigen.

### 2.2. Variante 2: Verstärkerbaustein mit Schaltkreis

Der derzeit modernste Endverstärker auch für eine solche Wechselsprechanlage ist jedoch der mit einem A 211 (Basteltyp: R 211) ausgerüstete. Er muß durch eine Vorstufe erweitert werden, um die geringe Eingangsspannung der niederohmigen Quelle (als Mikrofon geschalteter Lautsprecher) ausreichend zu verstärken. Das gibt wiederum eine gewisse Reserve, über die mit einem an frei wählbarer Stelle des Hauptstellengehäuses angebrachten 100-kΩ-Kleinpotentiometer verfügt werden kann. Dieses Potentiometer liegt hinter der Vorstufe, so daß es gleichzeitig geeignet ist, den Rauschpegel dieser Stufe zu verringern. Der A 211 braucht eine Reihe externer Bauelemente (vgl. Bild 3a). Damit sich der Verstärker in einem weiten Betriebsspannungsbereich einsetzen läßt, fiel die Wahl auf liegende Elektrolytkondensatoren nach TGL 7198, die seit einiger Zeit in kleineren Bauformen angeboten werden und damit umgekehrt bei höheren Betriebsspannungen noch relativ klein sind.
Der Koppelkondensator zum A 211-Eingang soll wegen des dann störenden Reststroms möglichst kein Elektrolytkondensator sein – praktisch haben sich allerdings Typen höherer Spannung (z. B. 0,5 bzw. 0,47 $\mu$F/50 V bzw. 63 V) als brauchbar erwiesen. Ein kleiner MKL-Kondensator zwischen 0,22 $\mu$F und 0,47 $\mu$F ist jedoch an dieser Stelle ebenfalls einsetzbar (s. Bild 3c zur Leiterplatte nach Bild 3b). Weitere Forderungen des Herstellers für den Einsatz des A 211 lauten (wichtig, wenn eine andere Leiterplatte entworfen wird oder wenn anders dimensioniert werden soll):
- Leiterplatte so gestalten, daß die Leitungen für Betriebsspannung, Masse und Lautsprecheranschluß kleinstmögliche Impedanzen haben (also kurze, breite Leiterzüge wählen).
- Betriebsspannung möglichst nahe am Schaltkreis mit wenigstens 100 $\mu$F überbrücken.
- Maximale Ausgangsleistung bei kleinem Klirrfaktor setzt Versorgungsspannungsquelle voraus, deren Innenwiderstand unter 50 mΩ liegt (!).
- Maximale Eingangsspannung am Schaltkreis soll unter 250 mV bleiben.
- Bei Ansteuerung aus hochohmiger Quelle Brummempfindlichkeit des Eingangs berücksichtigen (schirmen, kurze Leitungen, günstige Leitungsführung).
- Koppelkondensator zu 8 sollte kein Elektrolytkondensator sein.
- Kurzschluß des Ausgangs (Punkt 6) gegen Masse oder gegen Betriebsspannung zerstört den Schaltkreis!
- Untere Grenzfrequenz des RC-Glieds an 6 muß kleiner als die des Glieds an 9 gegen Masse sein.

Von der verfügbaren Spannungsquelle und ihrem Innenwiderstand hängen also auch die Eigenschaften des Verstärkers ab. Ist sie weniger »ergiebig« (vgl. Abschn. »Stromversorgung«!), so setzen bei großer Aussteuerung Verzerrungen durch Begrenzung ein. Außerdem ergibt sich dann für die Vorstufenversorgung zeitweise u. U. ein so großer Spannungshub, daß er von der Zeitkonstante des Siebglieds in der Plusleitung nicht mehr abgefangen werden kann. Das führt bei großer Gesamtverstärkung zu Selbster-

regungserscheinungen. Als einfachste Gegenmaßnahme hat sich bereits die Verringerung der Stufenspannung durch einen parallel zum Kondensator gelegten Widerstand (vgl. Bild 3a) erwiesen. Eleganter ist eine Z-Diode von 5,1 V oder 5,6 V. Für beide Fälle fehlen auf der Leiterplatte entsprechende Bohrungen. Eine Z-Diode in Glasausführung läßt sich aber – ebenso wie ein Widerstand – leicht parallel zum Kondensator an dessen Anschlüsse löten, oder man legt sie auf die Leiterseite.
Die Leiterplatte wird am besten an wenigstens 2 oder 4 Ecklöchern mit Gewinde bis maximal M3 versehen und ebenso in das Gehäuse geschraubt wie die »Diskret-Variante«.
Noch ein Hinweis zum A 211: Unbedingt die Anschlußlage einhalten, nicht verwechseln, Marke am Schaltkreis beachten! Die Kühlflügel werden senkrecht nach unten gebogen und in die mit der Laubsäge aus den jeweils 3 mittleren Bohrungen jeder Anschlußreihe gewonnenen Schlitze gesteckt und schnell an die Kupferfolie angelötet.

## 2.3. Schaltungsbeschreibung zu Variante 1

Das Eingangssignal($\lesssim$ 1 mV) gelangt über C1 an die Basis des gegen Temperatureinflüsse stabilisierten, rauscharmen Vorstufentransistors GC 101. (Diese Stufe muß prinzipiell nicht Bestandteil des Verstärkers sein, wenn höhere Pegel zur Verfügung stehen. Die Verknüpfungen in der übrigen Schaltung setzen erst hinter dieser Stufe ein!) Der nächste Transistor ist ein npn-Siliziumtyp (SF 131, SF 136 oder auch – mit entsprechend geformten Anschlüssen – ein Miniplasttransistor). Infolge der vorgegebenen Polarität der Masseleistung liegt sein Emitter über einen Kondensator von 100 $\mu$F an Masse. In Serie dazu wurde ein Widerstand vorgesehen, dessen Größe die Gegenkopplung des gesamten Verstärkers bestimmt (Rückführung des Ausgangssignals auf den Emitter von T2). Man kann sie stufenlos bis auf 0 herab verringern, wenn an die auf der Leiterseite dafür bestimmten Lötösen z. B. extern ein Potentiometer (50 $\Omega$ oder 100 $\Omega$) angeschlossen wird. Allerdings bringt das mit sinkendem Widerstand wachsende Verzerrungen. Die Oszillogramme in Bild 5 (s. Tabelle 1) belegen das.
Das Stellpotentiometer zwischen Basis und Kollektor von T2 ist für die symmetrische Aussteuerung des gesamten Verstärkers verantwortlich, denn von T2 an ist er ja durchgehend galvanisch gekoppelt. Man stellt, wenn kein Oszillograf vorhanden ist, nach Instrument und in gewissem Maße auch nach Gehör ein. Die Betriebsspannung soll sich bei richtiger Einstellung etwa zur Hälfte auf den oberen und den unteren Verstärkerzweig verteilen (Meßpunkt z. B. Emitter von T5 oder – besser zugänglich – Kollektor von T7). Von T2 wird zwangsläufig die weitere Transistorreihenfolge bezüglich der Frage »npn oder pnp« bestimmt, wobei die Endstufentransistoren z. Z. noch immer billig erhältliche GD-Exemplare sein sollten, die im Unterschied z. B. zum GC 301 weniger kritisch gegen Überlastungen sind. Der auf T2 folgende GC 116 steuert den unteren, komplementär verknüpften Verstärkerzweig direkt und über D1 sowie R13 den oberen Germanium-Darlington-Verstärker an, so daß zwischen der Basis des oberen und der des unteren Transistors die erforderliche Öffnungsspannung gegenüber dem »Mittelstrang« (jeweiliger Emitteranschluß) zustande kommt. Die Stellung von R13 bestimmt den Ruhestrom des Verstärkers. Zu kleiner Ruhestrom führt infolge der erst durch das Signal geöffneten Transistoreingänge zu Übergangsverzerrungen (s. Bild 5c und Tabelle 1), die sich besonders bei kleinen Amplituden bemerkbar machen. Sie müssen bei Sprechverkehr nicht unbedingt stören, so daß man mit R13 in gewissen Grenzen die Möglichkeit hat, im Fall von Batteriebetrieb Ruhestrom zu sparen. Auch die Größe der Gegenkopplung spielt dabei eine Rolle: Je mehr man gegenkoppelt, um so geringer werden auch diese Verzerrungen. Allerdings bedeutet größere Gegenkopplung auch geringere Verstärkung.
Diese einfache Schaltung zur Erzeugung der Basisvorspannung ergab ein relativ unkompliziertes Leiterbild. Allerdings muß man beachten, daß R13 nur in seinem untersten Bereich ausgenutzt werden kann, sonst steigt die Ruhestromaufnahme der Endstufe sehr schnell. In einer anderen Variante werden 2 Siliziumdioden eingesetzt, denen R13 parallelliegt (Bild 1b). Das ergibt einen günstigeren Stellbereich für das Potentiometer, jedoch ein komplizierteres Leitungsmuster. In beiden Fällen halten die Siliziumdioden in weiten Betriebsspannungsgrenzen die Basisspannung der Treiberstufen konstant. Selbst in der einfachen Ausführung nach Bild 1a, wie sie in der Bauplanschaltung Verwendung fand, konnte der Verstärker von 5 V Betriebsspannung an aufwärts mit nahezu gleichbleibender Kurventreue der Aussteuerung benutzt werden. Selbstverständlich waren bei 5 V Aussteuergrenze und Ausgangsleistung entsprechend niedriger.



Die Basisversorgung der beiden Transistoren T4 und T5 weist eine für derartige Schaltungen typische Besonderheit auf: R14 liegt nicht unmittelbar an der Betriebsspannung, sondern am negativen Belag der Auskoppelkondensatoren (aus Platzgründen 2 Exemplare kleiner Bauform, die in der Höchstkapazität begrenzt ist). Mit der Ladung dieser Kondensatoren wird der Basisstrombedarf gedeckt, was bei »durchgeschaltetem« T6 direkt von Minus her nicht möglich wäre. (Minus liegt ja für diesen Augenblick über den infolge des Maximalwerts der Aussteuerung geöffneten T6 etwa am »Mittelstrang«!) Die Kondensatorspannung, negativ gegenüber Mitte, bewirkt also in diesem Zeitbereich einen ausreichenden Basisstrom. Gleichzeitig ergibt sich aber der Schluß, daß der Verstärker im Leerlauf nicht funktioniert, da sich der Auskoppelkondensator nur über die abwechselnd (je nach Halbwelle) geöffneten Endstufentransistoren und den Lautsprecher periodisch auf- und entladen kann. Das ist für den vorgesehenen Zweck aber unwichtig. Die theoretisch erreichbare Ausgangsleistung eines solchen Verstärkers hängt linear vom Kehrwert des Ausgangswiderstands und quadratisch von der Betriebsspannung ab: $P_{max} = U_B^2/8R_a$ [1]. Sie läßt sich allerdings u. a. infolge der gegenkoppelnden Emitterwiderstände und der Restspannungen der Endtransistoren sowie der nie hundertprozentigen symmetrischen Aussteuerung nicht erreichen. Sehr wichtig ist dabei auch der Innenwiderstand der Speisespannungsquelle, die den erforderlichen Strom in den Spitzen ohne Absinken der Quellspannung bereitstellen muß, wenn man den Verstärker voll ausnutzen will.
Bei einer Sprechverbindung kommt es auch nicht darauf an, über Leistungen von 1 W oder mehr verfügen zu können, schon wegen der im allgemeinen kleinen Lautsprecher. Die Aussteuerreserve bewirkt in den meisten Fällen hauptsächlich, daß sich kaum Übersteuerungen ergeben, wodurch die Gebrauchseigenschaften der Sprechverbindung als sehr günstig empfunden werden. Aus solchen Überlegungen heraus wurde die Maximalleistung der Endstufe an 8 $\Omega$ auf etwa 1 W festgelegt, praktisch erreicht mit nicht besonders ausgewählten Transistoren bis etwa 12 V Speisespannung, begrenzt von ihrer Strom-Spannungs-Charakteristik. Unter diesen Bedingungen konnte der Baustein 35 mm × 80 mm kleingehalten werden, und für die Kühlung genügten die kleinen Kühlblechwinkel von »Amateurelektronik«. Größere Leistungen sind mit kleinerem Lastwiderstand möglich, wobei eine »härtere« Spannungsquelle erforderlich ist. Ähnlich verhält es sich bei größerer Betriebsspannung. Beides erfordert aber weitere Kühlmaßnahmen. In der Musteranlage wurde als Hauptstellenlautsprecher ein 112 M eingesetzt, der nur für 0,5 W ausgelegt ist. Im praktischen Sprechbetrieb bleibt die Leistung an ihm auch unter dieser Grenze, bedingt durch Gegenkopplungseinstellung, auftretende Signalamplituden und verwendete Spannungsquelle. Vorsichtigen wird empfohlen, z. B. mit nur 8 bis 9 V zu arbeiten oder dem Lautsprecher einen Widerstand von einigen Ohm vorzuschalten. Praktisch erwies sich das aber als unnötig.
Infolge seiner einstellbaren Gegenkopplung, die Kurventreue und Frequenzgang im Austausch gegen Verstärkungsfaktor in weiten Grenzen zu beeinflussen vermag, ist dieser Verstärker auch für Musikwiedergabe gut geeignet. Für mittlere Ansprüche an die Tiefenwiedergabe, auf jeden Fall also für Wechselsprechbetrieb, genügen dabei die beiden auf der Leiterplatte angebrachten Auskoppelkondensatoren, eventuell sogar ein einziger von ihnen (man bedenke auch die relativ hoch liegende untere Grenzfrequenz kleinerer Lautsprecher!). Bei höheren Ansprüchen oder dann, wenn vielleicht gerade keine Elektrolytkondensatoren der TGL 200-8308 verfügbar sind, kann über die dafür vorgesehenen Lötösen (»Z« und die Ausgangslötöse »A«) von außen ein größerer Kondensator zugeschaltet werden.
Die wichtigsten Daten des Verstärkers, an 2 Mustern ermittelt, sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Man vergleiche auch die Oszillogramme in Bild 5 in Abhängigkeit von der Gegenkopplung.

## 2.4. Aufbauhinweise zu Variante 1

Die Leiterplatte enthält vorwiegend 1-mm-Bohrungen. Es ist eine Drahtbrücke einzusetzen, und für die Anschlüsse nach außen benutzt man am besten Stecklötösen. Falls nur solche für 1,3-mm-Löcher zur Verfügung stehen, sind die entsprechenden Löcher aufzuweiten. Die Montagereihenfolge ist auf der Vorverstärkerseite relativ unkritisch. Die Bauelemente sind senkrecht angeordnet. Die blanken Anschlußdrähte der Bauelemente sind mit Isolierschlauch gegen Berührungen zu schützen. Auf der Leistungstransistorseite empfiehlt sich Vormontieren der Transistoren auf den Kühlblechen mit Senkschrauben und Flachmuttern, Einfädeln der genügend kurzen M3-Schrauben (Senkkopf günstig) und anschließendes Anschrauben auf der Leiterplatte mit Flachmuttern. Die Verdrahtung von Basis und

Emitter mit der Leiterplatte läßt sich kaum ohne Pinzette vornehmen. Den außenstehenden Transistor verbindet man emitterseitig unmittelbar mit dem oberen Anschluß des 0,5-Ω-Widerstands. Diese Widerstände gibt es wohl kaum im Handel. Man gewinnt sie aus einigen Windungen genügend dünnen Widerstandsdrahts auf dem Körper eines 1/8-W-Widerstands von beliebigem Wert. Im Muster wurde 0,15 mm dicker Widerstandsdraht benutzt, der bei etwa 20 mm Länge gerade 0,5 Ω ergab und deshalb – mit Isolierschlauch überzogen – sogar direkt eingelötet werden konnte. Beim Anlöten an die Drahtanschlüsse im Fall von Trägerwiderständen ist sorgfältig und mit ausreichend Flußmittel zu arbeiten. (Der genannte Widerstandsdraht wurde auch zur Herstellung des für Wechselsprechzwecke relativ kleinen Gegenkopplungswiderstands benutzt. Widerstandsdraht gewinnt man z. B. durch Abwickeln alter, offener Drahtwiderstände; einmaliges Feststellen der Kennzahl »Ω/m« ist sinnvoll.)
Der gesamte Verstärkerbaustein kann an seinen Ecklöchern mit Schrauben und Abstandsröllchen in jedem beliebigen Gehäuse montiert werden. Vorher ist er selbstverständlich gemäß den Hinweisen in Abschnitt 2.1. abzugleichen und zu überprüfen, eventuell mit einer einfachen Schwingkreis-plus-Diodenschaltung mit Hilfe der Modulation des Ortssenders. Falls der Wunsch nach einer Gegensprechverbindung besteht, muß ein zweiter, gleicher Verstärker aufgebaut werden. Man braucht dann eine 3adrige Verbindungsleitung, während die im folgenden beschriebene Wechselsprechanlage nur eine Zweidrahtleitung erfordert, sofern die Nebenstellen nicht eine zentrale Stromversorgung erhalten. Bezüglich akustischer Rückkopplung braucht eine solche Verbindung weitere Maßnahmen hinsichtlich Frequenzgang, Verstärkung und Aufstellungsort.

## 3. Prinzip einer einfachen Wechselsprechverbindung

Wie bereits angedeutet, kommt eine Wechselsprechverbindung (bis auf Spezialfälle) mit einer 2adrigen, meist auch ungeschirmten Leitung aus. Zu einer einfachen Wechselsprechanlage (Bild 6) gehören: Hauptstelle mit Verstärker, Stromversorgung, Lautsprecher (der auch als Mikrofon benutzt wird) sowie ein Sprechen-Hören-Umschalter und eine Nebenstelle, die im einfachsten Fall nur aus einem Lautsprecher besteht. (Er wird ebenfalls außerdem als Mikrofon verwendet.) Meist erhält die Nebenstelle aber noch eine Rufeinrichtung und eine Abhörsperre. Am günstigsten läßt sich der Wechselsprechbetrieb durchführen, wenn nur in der Hauptstelle die jeweilige Betriebsrichtung vorgegeben wird, während der Nebenstellenbenutzer lediglich antwortet und am Ende wieder die Abhörsperre einschaltet.
Praktisch ist also eine Wechselsprechverbindung ein Verstärker mit Lautsprecherausgang und Mikrofoneingang, allerdings im Wechsel mit »langer Zuleitung« oder mit »langer Ausgangsleitung« versehen. Für beide Richtungen gibt es Probleme, die von örtlichen Gegebenheiten und Betriebsleitungslänge abhängen und die im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen bestimmen. Für die (bei Verzicht auf aufwendige Übertrager) niederohmige Ausgangsseite besteht das Problem im Widerstand der Leitung. Er kommt schnell in die Größenordnung des Lautsprecherwiderstands. Dadurch vergrößert sich einmal der gesamte Lastwiderstand. Das bedeutet geringe verfügbare Ausgangsleistung, die außerdem noch teilweise von der Leitung aufgenommen wird. In der Praxis stört das bei genügender Gesamtleistung und für einen gewissen Ausgangswiderstandsbereich des Verstärkers aber noch nicht. Erst Anlagen, deren ganze Sprechleistung benötigt wird (lärmerfüllte Umgebung), erfordern andere Maßnahmen, z. B. eine Endstufe direkt am Ort. Eingangsseitig ist zu berücksichtigen, daß eine Leitung ohne Abschirmung oder Symmetrierung (was wieder einen Übertrager bedeuten würde) aus der Umgebung zahlreiche Störungen aufnimmt, vom Netzbrumm bis zum Rundfunksender. Schließlich muß der Verstärker ja für den Pegel des als Mikrofon betriebenen niederohmigen Lautsprechers ausgelegt sein, d. h. für weniger als 1 mV. Unabgeschirmte, verdrillte Leitungen können aber Störpegel in gleicher oder nächsthöherer Größenordnung abgeben! Allerdings liegen die Frequenzen dieser Störer im wesentlichen unterhalb bzw. oberhalb des Sprachfrequenzbands (Rundfunksender werden erst durch – unerwünschte – Gleichrichtung am Verstärkereingang hörbar). Gegen Frequenzen unterhalb des Sprachbands (vor allem Netzbrumm und die in Netztransformatoren entstehende 3. Harmonische von 50 Hz, also 150 Hz) kann man dem Verstärker Hochpaßverhalten geben, also eignen sich mindestens relativ kleine Koppelkondensatoren. Störungen mit höheren Frequenzen, die kapazitiv in die Leitung einstreuen, lassen sich durch einen Kondensator parallel zum Verstärkereingang erheblich dämpfen. Außerdem empfiehlt sich



ein niederohmiger Abschluß der Leitung. Als Summe solcher Maßnahmen, die bei Wohnbedingungen ausreichenden Störabstand brachten, ergab sich für die im Bauplan beschriebene Anlage ein Filtervorsatz entsprechend Bild 7. Zur Vervollständigung dieses meist unentbehrlichen Zubehörs für Anlagen im beschriebenen Sinne enthalten Bild 8 und Bild 9 Leitungsmuster und Bestückungsplan für den Aufbau auf einer Platte des Formats 25 mm × 40 mm (auch auf einer Universalleiterplatte 25 mm × 40 mm realisierbar!). Sie wird (gesteckt oder gelötet, je nach Ausführung der Anschlüsse) an passender Stelle im Hauptstellengehäuse untergebracht. Das Format gestattete es, gleichzeitig noch das Gegenkopplungspotentiometer des Verstärkers (falls es einstellbar sein soll) auf dieser Platte unterzubringen. Eingestellt wird einmalig von innen oder, falls unterschiedliche Bedingungen zu erwarten sind, durch eine Gehäusebohrung hindurch auch von außen. (Allerdings tritt bereits im Anfangsbereich eine erhebliche Dämpfung ein, d. h., selbst der »niederohmigste« Wert ist noch sehr »hochohmig« für diese Zwecke.) Die – abgesehen von einer Lauschverbindung ohne Umschalter – einfachste Anwendung einer solchen Anlage besteht im Betrieb mit einer einzigen Nebenstelle. Das erfordert nur eine Sprech-Hörtasten-Kombination, in die man am besten auch das Einschalten der Betriebsspannung einbezieht. Dazu genügt schon ein Tastensatz mit 2 abhängig voneinander schaltenden Tasten. Prinzipiell würde eine Belegung nach Bild 10 ausreichen, wobei entsprechend Bild 11a entweder Leitung bzw. Eigenlautsprecher auf Eingang und Ausgang oder gemäß Bild 11b Leitung und Eigenlautsprecher auf Eingang bzw. Ausgang gelegt werden. Diese einfache Umschaltung mit gemeinsamer Masse funktioniert aber aus 2 Gründen nicht zufriedenstellend: Zunächst ist es nicht gleichgültig, wie die Masseverbindungen liegen. Verläuft der masseseitige Ausgangsanschluß so, daß der vom Ausgangsstrom auf diesem Leitungsstück hervorgerufene Spannungsabfall über die Eingangsmasseverbindung in den Eingangskreis gerät, so kann es zu Verkopplungen kommen, die eine einwandfreie Verständigung erschweren. Außerdem gibt es aber Schaltungen (und der beschriebene Verstärker gehört zu dieser Gruppe!), bei denen die »kalte« Ausgangsseite nicht an Masse, sondern am anderen Pol der Versorgungsspannung liegt. Bild 12a zeigt für diesen Fall eine günstige Verdrahtung eines 2-Tasten-Schalters und Bild 12b den entsprechenden Übersichtsschaltplan dazu.
Als Nebenstelle wird zunächst nur ein Lautsprecher mit Abhörsperrschalter eingesetzt (Bild 13). Bild 14 soll an Hand der Diodenkennlinie erläutern, warum zwar der Ruf der Hauptstelle (wenn auch »krächzend«) in der Nebenstelle gehört wird, jedoch die Hauptstelle nicht die Nebenstelle belauschen kann, wenn dort der Schalter auf »Sperren« steht. Umgeschaltet wird nur zu Gesprächsbeginn und Gesprächsende. Ein Rufgenerator, mit dem sich auch die Nebenstelle melden kann, folgt in Abschnitt 5.
Für die Abschätzung der »leistungsbegrenzten« Reichweite gibt Tabelle 1 die Widerstandswerte gebräuchlicher Drahtdurchmesser für 50 m Leitungslänge (also Hin- und Rückleitung 100 m) an. Je höher der Lautsprecherwiderstand, um so länger darf einerseits eine Leitung bestimmten Durchmesssers sein, bevor $R_{Ltg} = R_{Lsp}$ wird. Andererseits steht aber vom Verstärker her für kleinere Lastwiderstände gemäß »Idealformel« $P_{max} = \frac{U_B^2}{8 R_a}$ eine größere Leistung zur Verfügung, solange der Verstärker überhaupt noch dafür ausgelegt ist. Die »störbegrenzte« Reichweite hängt stark von den Umgebungsbedingungen, der Leitungsführung, den Aufstellungsorten und den in der Hauptstelle zusätzlich getroffenen Abschirmmaßnahmen ab. Als Hauptstörquellen, die u. U. unmittelbar von dem jeweils als Mikrofon wirkenden Lautsprecher aufgefangen werden oder die auch kapazitiv in den unabgeschirmten Verstärkereingang (hinter dem Bandpaß!) einkoppeln, erwiesen sich Leuchtstoffröhrendrosseln und Fernsehempfänger. Auch der beim Versuchsaufbau benutzte Klingeltransformator des Netzteils brachte bei zu enger Anordnung beider Geräteeinheiten erhebliche Störungen. Die einfachste Gegenmaßnahme, wenn ein einziger Störer einstreut, besteht im richtungsselektiven Ausblenden (»Ferritstab-Peileffekt«). Bei den Versuchen erwies sich der Fernsehempfänger eines Nachbarn (nur durch eine Wand getrennt) als größte Störquelle. Die (unabgeschirmte) Hauptstelle mußte einen davon weiter entfernten Standort erhalten. Eine andere Störquelle wirkte kapazitiv: Näherte man sich einer eingeschalteten Leuchtstoffröhre und mit der Hand gleichzeitig dem Verstärkerbaustein, so war ein beträchtliches Störgeräusch vernehmbar. Schließlich genügte in der Nähe des erwähnten Klingeltransformators schon eine ungünstige Lage der Verteiler-Lüster-Klemmleiste, um über die dort zwangsläufig etwas aufgefächerten Leitungsdrähte Netzbrumm einzufangen. »Geheimnisvoller« wirken Störungen, die bei Netzbetrieb über die Stromversorgung in den Verstärker gelangen. Abhilfe schaffen meist Kondensatoren über der Niederspannungsseite des Netztransformators, z. B. in der Art des für die Anlage schließlich benutzten

handelsüblichen Netzteils SG 6 P/12, dessen Schaltung in Abschnitt 7. wiedergegeben wird, so daß auch ein sinngemäßer Nachbau möglich ist. Je nach Störpegel wird man also außer dem Bandpaß gemäß Bild 7, der die Hauptstelle gegenüber der Leitung entstört, noch eine Abschirmung des Verstärkerbausteins (aus Blech oder kupferkaschiertem Hartpapier zusammengelötete Haube, mit Masse verbunden) und gegebenenfalls eine magnetisch abschirmende Eisenblechhaube für den Lautsprecher (z.B. kleine Konservendose, ebenfalls gegen kapazitiv einstreuende Störer noch an Masse gelegt) vorsehen müssen. Beide Maßnahmen erwiesen sich allerdings beim Mustergerät als unnötig.

# 4. Prinzip einer Wechselsprechanlage mit n Nebenstellen

## 4.1. Anlage mit n = 2 Nebenstellen

Seit dem letzten Originalbauplan zu diesem Thema sind einige Jahre vergangen. Daher wurden in den vorliegenden Bauplan auch schon früher gegebene Hinweise übernommen (jedoch mit Ergänzungen). Dazu gehört die in Bild 14 gezeigte Wechselsprechanlagenschaltung für n = 2 Nebenstellen, ein oft gewünschter Betriebsfall. Verstärker und Nebenstelle sind nur angedeutet, da es zunächst hauptsächlich auf das Prinzip der Schalterverdrahtung ankommt, die für heute übliche Schiebetastenschalter wiedergegeben wird. Jede der beiden Nebenstellen ist auf einem 4-Tasten-Schalter mit abhängig rastenden Tasten ein Paar »Sprechen-Hören« zugeordnet; die Zuleitung der jeweils nicht angesprochenen Nebenstelle wird von den Tasten der anderen Nebenstelle für die Gesprächsdauer unterbrochen.

## 4.2. Anlage mit n ≧ 3 Nebenstellen

Will man mehr als 2 Nebenstellen an eine Hauptstelle legen, sollten die Funktionen auf 2 Tastensätze aufgeteilt werden. Dabei ermöglichen die modernen, selbstrastenden Einzeltasten eine beliebige Gestaltung. Eine solche Taste mit 4 Umschaltern eignet sich als Sprech-Hör-Taste; weitere Einzeltasten können die Nebenstelle anwählen. Allerdings wird man in den meisten Fällen nur immer mit einer einzigen Nebenstelle gleichzeitig sprechen wollen. Das läßt sich besser mit einem abhängig rastenden Tastensatz mit n Tasten realisieren.
Bild 16a gibt die Verdrahtung der Sprech-Hör-Taste wieder, wenn man einen modernen, rastenden 1-Tasten-Schalter nach Bild 16b verwendet. Das Prinzip der Nebenstellenwahl wird in Bild 17 erläutert: Im Ruhezustand liegen alle Nebenstellen, bezüglich ihres Ruftons über Dioden voneinander entkoppelt, am Lautsprecher der Hauptstelle. (Wie das wegen der Schaltung des Verstärkerausgangs praktisch geschieht, wird später erläutert.)
Ruft eine von ihnen (oder soll sie angesprochen werden), so drückt man in der Hauptstelle die ihr zugeordnete und entsprechend beschriftete Taste und trennt damit alle anderen Nebenstellen ab. Gleichzeitig wird dabei die dieser Nebenstelle zugeordnete Diode wirkungslos. Der Nebenstellenruf wird in der Hauptstelle außer durch den Rufton (in der Nebenstelle als Kontrollton hörbar) noch optisch über die jeder Nebenstelle zugeordnete Lampe oder Leuchtdiode angezeigt. Diese besonders bei großer Nebenstellenanzahl sehr nützliche Zusatzanzeige wird durch die ebenfalls »eisenlose« Rufgeneratorschaltung der Nebenstellen ermöglicht.
Da zunächst die gesamte Anlage nur kurz vorgestellt werden soll, zeigt Bild 18 ihren Übersichtsschaltplan. Die Verknüpfung der Wahlschalter geht im Prinzip bereits aus Bild 17 hervor. Die weiter unten im Detail vorgegebene Schalterbelegung und damit Funktions-Zwangskopplung besonders bezüglich der Stromversorgung muß man wegen der beim Einsatz eines eisenlosen Verstärkers vorliegenden besonderen Verhältnisse unbedingt einhalten.



# 5. Vollständige Schaltungen für eine Anlage nach Variante 1 mit n ≧ 3 Nebenstellen

Da sich die Verhältnisse für n > 3 gegenüber n = 3 nicht mehr ändern, sollen die folgenden Erläuterungen aus Gründen der Übersichtlichkeit bezüglich der Bilder auf 3 Nebenstellen beschränkt bleiben. Außerdem enthält die Anlage noch eine spezielle Verknüpfungstaste, die ein Durchstellen zwischen 2 Nebenstellen zur akustischen Überwachung gestattet. (Über eine Klemmleiste kann dabei ggf. die Zuordnung beliebig verändert werden.)

## 5.1. Nebenstelle

Es ist zweckmäßig, die Betrachtungen bei der Schaltung der Nebenstellen (Bild 19) zu beginnen. Dadurch werden einige Einzelheiten in der Hauptstelle verständlicher. Jede Nebenstelle enthält neben dem Lautsprecher und der Hörsperre mit Auslösetaste einen Rufgenerator und eine Ruftaste. Die Stromversorgung wird je nach Gesamtkonzeption aus 2 RZP2-Kleinakkumulatoren (zusammen 4 V) oder über eine 3. Ader aus einer zentralen Stromversorgungseinheit vorgenommen, die jedoch für die Nebenstellen eine von der ersten getrennte (!) und gegen 0 positive Spannung liefern muß (die Hauptstelle benötigt eine gegen 0 negative Spannung). Der Rufgenerator arbeitet ebenfalls »eisenlos« in einer Komplementärmultivibratorschaltung mit SS 216 (SF 136, SF 126 usw.) und GC 301 (GC 121 oder auch die Siliziumtypen KF 517, KT 326 o. ä.). Die Stromverstärkungsgruppe des npn-Siliziumtransistors sollte bei C oder D liegen, für den pnp-Germanium- oder Siliziumtransistor genügt dann ein B ab etwa 30. Am Potentiometer wird der günstigste Arbeitspunkt nicht nur hinsichtlich des erzeugten Tons, sondern auch bezüglich Ansprechens der Signallampe in der Hauptstelle eingestellt. Für diesen Abgleich legt man eine Lampe 3,8 V/0,07 A statt der Leitung an die Nebenstellenanschlüsse. Der Generator ist richtig eingestellt, wenn bei Betätigen der Ruftaste ein genügend gut hörbarer Ton im Nebenstellenlautsprecher ertönt und dabei die Lampe mit mittlerer Helligkeit leuchtet. Der erzeugte Ton wird also stets in der Nebenstelle zur Kontrolle mitgehört. Dafür ist seine Lautstärke jedoch zu groß. In der Hauptstelle kommt dieser Ton auf Grund der Schaltungseigenarten (optische Zusatzanzeige und Art der Ankopplung des Hauptstellenlautsprechers) viel leiser an. Dieser Pegel wird daher mit dem bei »Ruf« dem Lautsprecher der Nebenstelle parallelgeschalteten Widerstand auch in etwa für die Nebenstelle eingehalten. Dieser Widerstand ist zweckmäßig aus dem obengenannten Widerstandsdraht anzufertigen, kann aber auch aus Kupferdraht bestehen (Tabelle 2 sinngemäß auf kleinere Durchmesser umrechnen!).
Der Tastensatz der Nebenstelle besteht aus 2 Einzeltasten, von denen nur die Hörsperrentaste rasten muß. Für das Mustergerät standen Einheiten mit 2 unabhängig rastenden Tasten zur Verfügung.
Beide Tasten wurden so auf der Leiterplatte montiert, daß sie kurz vor dem Rastpunkt von der Leiterplattenkante gebremst wurden. Für die Hörsperrentaste erhielt die Kante dann eine Aussparung. Die Ruftaste trennt die Hörsperrendioden vom Generatorausgang und legt die Versorgungsspannung des Generators an die Nulleitung. Ausgangsseitig entsteht auf diese Weise folgender Stromkreis (Bild 20): Pluspol der Speisespannung, Emitter-Kollektor-Strecke T2, Lautsprecher der Nebenstelle, Leitung zur Hauptstelle, Lampe (oder Leuchtdiode) in der Hauptstelle, Rückleitung (Nulleitung), Minuspol der Speisespannung. Dadurch kontrolliert der Nebenstellenlautsprecher zumindest, ob ein Rufton »abgeht«, liefert allerdings keine Aussage über einen möglichen Kurzschluß in der Leitung. Die Hauptstelle hört den Rufton mittelbar, nämlich als Folge des Spannungsabfalls über der Signallampe (s. ebenfalls Bild 20): Die Entkopplungsdioden in der Hauptstelle bewirken zunächst, daß der Ruf nicht auf die anderen Nebenstellen durchgreift. Hinter der Diode gelangt das Signal aber nicht unmittelbar auf den Lautsprecher, da dieser nur 1polig direkt (genauer: hinter der Diode) am Signalkreis liegt. Vielmehr verläuft dieser Weg in Pulsdurchlaßrichtung (bezüglich Diode) auf der in Bild 20 ausgezogen gezeichneten Linie, während sich in der Sperrphase die Koppelkondensatorladung über den gestrichelt dargestellten Pfad ausgleicht. (Der Koppelkondensator wird dabei umgekehrt betrieben, doch bewirken die verschiedenen Dioden im Stromkreis eine nur relativ kleine, ungefährliche Spannung.)
Die Stromwege verlaufen also über die Basis-Kollektor-Dioden der Endstufentransistoren und die Reststromableitwiderstände! Die Praxis zeigt, daß diese erhebliche Fehlanpassung des Hauptstellen-

lautsprechers dennoch eine für mittlere Geräuschpegel genügende Signallautstärke ergibt. Wäre der Lastwiderstand hinter der Entkopplungsdiode wesentlich kleiner, so würde die Signallampe auch nicht leuchten.
Sobald in der Hauptstelle auf das Signal hin die zugeordnete Taste gedrückt wird, schaltet sich die Leitung von der Lampe auf den Sprechen-Hören-Schalter um. Von diesem aus läßt sich dann auch das Gespräch abwickeln. Falls in der Nebenstelle die Ruftaste noch so lange gedrückt war, hört man dort an der Änderung des Ruftons, daß die Hauptstelle eingeschaltet ist. Die nichtrastende Ruftaste wird losgelassen und die »Gesprächstaste« für die Dauer des Gesprächs eingerastet (also die Hörsperre aufgehoben). Die bezüglich ihrer Grundfunktion zusätzlichen Kontakte der Gesprächstaste verhindern, daß bei versehentlich gedrückter Taste gerufen wird, denn dadurch würde der Rufgeneratorausgang kurzgeschlossen.
Außer Lautsprecher und Stromversorgung wurden alle Teile der Nebenstelle auf einer Leiterplatte untergebracht, deren Abmessungen und Gestaltung von den beiden Tasten bestimmt werden. Sofern mit anderen Tasten gearbeitet wird, ist die Platte entsprechend zu ändern. Bild 21 zeigt ein mögliches Leitungsmuster, Bild 22 den Bestückungsplan mit »durchschimmernden« Leitungszügen. Auf die beiden Möglichkeiten der Stromversorgung wurde durch die beiden Anschlüsse für den positiven Pol Rücksicht genommen: Bei zentraler Stromversorgung mit höherer Spannung empfehlen sich der angedeutete Vorwiderstand und eine 5-V-Z-Diode. Der Generator ist dann auf diese Spannung in der schon beschriebenen Weise abzugleichen.

### 5.2. Hauptstelle

Die Hauptstelle besteht aus dem bereits in Abschnitt 1. beschriebenen Verstärker auf einer Leiterplatte vom Format 35 mm × 80 mm, einem Bandpaß gemäß Abschnitt 3., einer Sprech-Hör-Taste (s. Abschn. 4.2.) und dem Tastensatz für das Auswählen der gewünschten Nebenstelle. In Tastennähe befinden sich die Signallampen für die Anzeige, welche Nebenstelle gerade ruft. Schließlich gehören zur Hauptstelle noch der auch als Mikrofon dienende Lautsprecher (im Muster ein 112 M – Leistungsbegrenzung des Verstärkers beachten!) und die Lüsterklemmleiste für die Außenanschlüsse. Die Anordnung der Teile wird in Abschnitt 6. beschrieben.
Aus dem Übersichtsschaltplan nach Bild 18 wurde die vollständige Tastenverdrahtung entsprechend Bild 23 abgeleitet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde für die bereits vorgestellten Schaltungsteile nur noch eine Übersichtsdarstellung angegeben; die Anschlußpunkte sind in den entsprechenden Einzelbildern enthalten. Die freien Schalterkontakte kann man im Bedarfsfall z. B. dazu ausnutzen, daß – angepaßt an die jeweiligen Lärmpegel der zu erreichenden Räume – unterschiedliche Gegenkopplungswiderstände eingeschaltet werden, oder man wählt entsprechend dem akustischen Verhalten der einzelnen Nebenstellenorte unterschiedlich große Koppelkondensatoren im Bandpaß.
Während über 3 Tasten des 4-Tasten-Wahlschalters die 3 Nebenstellen der Musteranlage angewählt werden können, erlaubt die 4. Taste eine spezielle Verknüpfung. Mit ihr kann man Nebenstelle 1 (oder – bei sinngemäßer Beschaltung – auch 2 und 3) als »Haupt-Nebenstelle« verwenden. Das bedeutet, daß der Verstärker der Hauptstelle dazu benutzt wird, z. B. eine Lauschverbindung zwischen Nebenstelle 1 und (wahlweise) 2 oder 3 durchzuschalten, je nachdem, welche Nebenstellentaste außer Taste 4 noch gedrückt wird. Im vorliegenden Fall arbeitet dann also Taste 4 für Nebenstelle 1, außerdem muß gleichzeitig noch die Taste der gewünschten anderen Nebenstelle (2 oder 3) gedrückt werden. Schließlich bestimmt man noch mit der Sprech-Hör-Taste die Richtung: Drücken bedeutet, daß Nebenstelle 1 als »Sender« wirkt, Auslösen macht sie zum »Empfänger« für die andere Nebenstelle. Man kann also z. B. die Hauptstelle für die tägliche variable Nutzung einsetzen und außerdem z. B. abends bei Bedarf einen Raum mit Nebenstelle von einem anderen Raum, in dem ebenfalls eine Nebenstelle steht, abhören (z. B. Kinderzimmer).
Zu diesem Zweck wird der Lautsprecher der Hauptstelle über Taste 4 »geschleift«, denn statt seiner liegt bei Betätigen von Taste 4 die durch entsprechende Verdrahtung gewählte »Haupt-Nebenstelle« am Umschalter »Hören-Sprechen«.
Im Ruhezustand von Taste 4 ist die über sie geführte Nebenstelle wieder mit der ihr sonst zugeordneten Taste verbunden.



## 6. Bauhinweise

Bezüglich der Leiterplattengestaltung bedarf es keiner besonderen Hinweise mehr – alles Wissenswerte findet der Leser entweder in Bauplan Nr. 20 oder in den inzwischen neu aufgelegten Büchern »Amateurtechnologie« und »Das große Bauplanbastelbuch«. Neu ist die Möglichkeit, schnell ätzfeste Leiterbilder komplett auf das Halbzeug zu übertragen; dazu enthält Abschnitt 10. Informationen. Die Verstärkerleiterplatte zu Variante 1 wird außerdem vielleicht während der Laufzeit dieses Bauplans noch mit der Bezeichnung LVB 2 im Handel erhältlich sein. Für sie gilt dann der Bestückungsplan nach Bild 2. Bezüglich Gehäusegestaltung haben Wechselsprechanlagen ihre eigene Formgebung, die industriell immer wieder anzutreffen ist und auf eine pultförmige Anordnung mit schräggestelltem Lautsprecher hinausläuft. Diese Bauform sieht komplizierter aus, als sie ist. Im vorliegenden Bauplan wurde sie daher am Beispiel der Hauptstelle praktisch ausgeführt, und es ergab sich ein optisch recht ansprechendes Gebilde. Die Nebenstellen können in gleicher Weise (nur mit weniger Öffnungen für den Tastenschalter) ausgeführt werden. Die Musternebenstellen wurden jedoch in eine andere Gehäuseart eingebaut, um auch diese Möglichkeit zu zeigen.
Für das Material steht ein großes Angebot zur Verfügung, von Holz über Blech bis PVC und Polystyrol. Eine besonders ansprechende Gestaltung erreicht man aber mit den in Heimwerkerbedarfsgeschäften und Warenhäusern angebotenen, einseitig glatten „Plastwandfliesen“ aus Polystyrol in verschiedenen Farben, Dicke etwa 2,5 mm, Kantenabmessungen 120 mm × 120 mm. Auf dieses Format wurde das Gehäuse der Hauptstelle ausgelegt; ähnlich (oder auch streng kubisch) könnten ebenfalls die Nebenstellen aufgebaut werden, je nach verwendetem Lautsprechertyp.

### 6.1. Hauptstelle

Für die Bodenplatte wurde das Format der Plastfliesen ausgenutzt. Die auf die Pultform zugeschnittenen Seitenteile sind ebenfalls 120 mm lang und greifen beidseitig über die Bodenplatte. Damit konnten Vorder- und Rückwand sowie die waagrechte und die schrägliegende »Arbeitsfläche« gleichfalls 120 mm lang bleiben, so daß sich insgesamt ein minimaler Bearbeitungsaufwand ergab. Die zwischen die Seitenteile eingefügten Teile Vorderwand und Rückwand stehen dadurch auf der Bodenplatte. Einem ungewollten Verschieben des Oberteils begegnet man mit kleinen Anschlagklötzen, die im Abstand von 2,5 mm vom Rand auf der Bodenplatte aufgeklebt werden. Für sie und für das Zusammenkleben der Wandteile wurden Trägerstreifen aus dem bisherigen Gehäuseteilesortiment von »Amateurelektronik« verwendet. Genaue Abmessungen müssen nur die beiden an den Vorderkanten angebrachten Trägerstreifen haben, da sie auf der einen Seite die Bodenplatte berühren und auf der anderen Seite die Bedienplatte stützen. Ebensogut kann man aber schmale Fliesenstreifen für diesen Zweck sägen.
Die beiden schrägliegenden Trägerstreifen sind auf der Rückwandseite mit Laubsäge und Feile entsprechend abzuschrägen, damit die Rückwand glatt anliegt. Die Oberkante der Rückwand erhält ebenfalls eine Schräge, so daß sie sich der schrägliegenden Lautsprecherfläche anpaßt. Ihrer unteren Kante ist die Bedienplatte mit einer entsprechenden angefeilten Schräge anzupassen. Beim Zuschnitt der Teile muß bezüglich der Abmessungen dieses »Ineinanderschachteln« berücksichtigt werden!
Aus Gründen einer günstigeren optischen Wirkung erhält die Lautsprecherplatte über die gesamte Fläche Bohrungen. Die außerhalb des Lautsprechers liegenden können von innen z. B. mit schwarzem Karton abgedeckt werden, wenn Wert auf die Wiedergabe tieferer Frequenzen gelegt wird. Im allgemeinen ist das bei Sprechverbindungen aber nicht nötig. Den Lautsprecher klebt man mit Plastkleber an oder hält ihn mit angeklebten, übereinandergreifenden Polystyrolstückchen.
Ebenfalls aus Polystyrolstreifen besteht die Lampenbrücke. Die Lampen werden in entsprechende Bohrungen gesteckt und einfach von hinten durch einen über alle gelöteten steifen Draht gehalten. Die 4. Lampe des Musters ist nicht angeschlossen, da die 4. Taste dem Durchschalten dient. Diese Lampenbrücke steht auf 2 Trägerstreifen aus Polystyrol, so daß auch für diese Befestigung Plastkleber genügt.
Die beiden Tastenschalter wurden angeschraubt. Dazu eignen sich sogar Holzsenkschrauben, wenn (wie im Mustergerät) die Abstandsbolzen aus hölzernen Rundstäben bestehen. Man muß sie nur entsprechend den verwendeten Schrauben vorbohren, damit sie nicht platzen.
Die Bodenplatte erhält angesenkte Löcher, so daß die Senkschrauben mit der Oberfläche abschließen.

Als Kratzschutz für die Tischplatte kann gegebenenfalls noch eine dünne Schaumstoffschicht auf die Bodenplatte aufgeklebt werden, z. B. Fensterdichtungsmaterial.
Auch Verstärker und Lüsterklemmleiste sind mit (Metall-)Senkschrauben zu befestigen. Die Verstärkerleiterplatte kann zu diesem Zweck Gewinde erhalten (M 2 oder – unter Beachtung der nötigen Vorsicht gegen Ausreißen – wie im Muster M 3); beim Anschrauben legt man kurze Abstandsbuchsen zwischen Leiterplatte und Bodenplatte. Die Bandpaßplattenbefestigung besteht im Mustergerät lediglich aus thermisch eingedrückten, oberhalb der Leiterplatte anschließend abgebogenen Drähten.
Die beiden Schalter können zunächst außerhalb des Geräts verdrahtet werden. Die Verbindungen innerhalb der Gesamtschaltung sind jeweils paarig zu verdrillen, damit Streufelder keine Störungen verursachen. Die Anordnung der Baueinheiten geht aus Bild 24a hervor. Bild 24b zeigt die Kabelführung (der Übersichtlichkeit wegen etwas aufgefächert). Weitere Ansichten der Hauptstelle, die im Muster aus schwarzen und gelben Polystyrolfliesen besteht, sind in Bild 25 enthalten. Abschließend folgen noch einige Hinweise zur Bearbeitung von Polystyrol.

**Sägen**
Das Laubsägeblatt soll nicht zu fein gezähnt sein, da es sonst schnell »zuwächst«. Bereits nach etwa 3 Sägehüben hat sich das Blatt so stark erwärmt, daß das Polystyrol erweicht und das Weitersägen stark behindert wird. Kühlmaßnahmen (z. B. mit Kerzenwachs) sind möglich, aber relativ umständlich. Am einfachsten ist es noch, eben entsprechend langsam, gewissermaßen »geduldig« zu sägen und einige Male zu unterbrechen. Dennoch darf man sich nicht wundern, wenn die Laubsäge am anderen Ende zwar herauskommt, die beiden Teile aber nicht auseinanderfallen. In der Sägelinie tritt durch die Sägetemperatur ein Verschweißeffekt ein und hält die Teile weiter zusammen. Sie lassen sich aber dann sehr leicht auseinanderbrechen. Den Rest besorgt die Feile. Unter der Voraussetzung, daß man einigermaßen der mit der Reißnadel gekennzeichneten Linie gefolgt ist, genügt eine mittlere Schlichtfeile. Zunächst müssen die beim Sägen geschmolzenen und danach wieder erstarrten Sägespäne entfernt werden, dann erst kann man die Kante selbst glätten. Auch dabei gilt: Nur mäßig aufdrücken, nicht zu schnell arbeiten, sonst verschmiert die Feile!

**Bohren**
Bohren ist problematisch, sobald größere Durchmesser erforderlich werden. Der scharfe Bohrer »frißt« sich in das relativ weiche Material, und es entstehen schnell ausgerissene Kanten. Da der Amateur aber kaum über spezielle Kunststoffbohrer verfügt, muß er mit den vorhandenen »Spiral«-Bohrern arbeiten. Auch in der Bohrgeschwindigkeit wird er meist nicht viel variieren können. So läuft es darauf hinaus, die kleineren Löcher (im Muster die für die Lautsprecherfront, nämlich etwa 4,5 mm Durchmesser) zunächst mit 2 mm vorzubohren und dann auf den endgültigen Durchmesser aufzubohren. Da Ankörnen wegen der Splittergefahr nicht zu empfehlen ist, bringt man in den Kreuzungspunkten der mit Bleistift aufgetragenen Hilfslinien zunächst, z. B. mit einer Messerspitze, kleine Vertiefungen für den 2-mm-Bohrer an. Lagekorrekturen sind mit diesem Werkzeug noch am leichtesten möglich. Die großen Öffnungen für die Tastenknöpfe werden am besten ausgesägt. Es empfiehlt sich, innerhalb der mit einem Stechzirkel angeritzten Kreise für die Säge 3 bis 4 Bohrungen anzubringen, damit man »unterwegs« einige Male absetzen und das Blatt abkühlen lassen kann. Geglättet wird anschließend entweder mit einer Rundfeile oder – wenn man das nötige Geschick erworben hat – sogar mit dem Taschenmesser. Aufweiten läßt sich gegebenenfalls mit einem konisch zulaufenden Vierkant entsprechender Dicke (z. B. schmale Flachzange) und anschließendem Abheben des entstehenden Grates mit dem Taschenmesser.

**Kleben**
Die günstigen Klebeeigenschaften sprechen neben der Auswahl an Farben für das benutzte Material. Ein Lösungsmittelkleber, z. B. auf Toluol- oder Benzolbasis, etwa der bekannte »Plastikfix« vom VEB ASOL-Chemie Berlin, bewirkt die innige Verbindung der Teile. Allerdings darf kein Klebertropfen auf einen später sichtbaren Teil der Oberfläche gelangen, das gibt unschöne Flecken. Ganz Vorsichtige bekleben daher ihre Platten (auch zum Schutz gegen Kratzer bei der Bearbeitung) zunächst mit Hilfe eines wasserlöslichen Klebers mit Papier. Von ihm läßt sich ein Klebertropfen schnell abwischen, bevor er eventuell sogar durch das Papier hindurch die Oberfläche angreifen kann.



Die zu verbindenden Flächen sollen möglichst glatt anliegen. Beide Seiten werden dünn mit Kleber bestrichen, der das Material schnell anlöst. Dann fügt man die Teile zusammen und achtet darauf, daß hervorquellender (also dick aufgetragener) Kleber nirgends Schaden anrichten kann. Die Klebestelle braucht nun einige Stunden »Ruhe und Entspannung«. Das heißt: Durch entsprechende, bereits vor Beginn des Klebens aufgestelle Hilfsvorrichtungen muß das geklebte Gebilde in der Soll-Lage gehalten werden, ohne daß auf die Klebestelle trennende Kräfte einwirken können. Wer geschickt ist, dem gelingt allerdings die Montage des Gehäuseoberteils »in einem Zuge«, denn am Ende hält ein Teil das andere.
Diese Hinweise mögen zunächst eher vom Werkstoff Polystyrol abhalten als für ihn begeistern. Erst die eigene Praxis wird diese Bedenken beseitigen. Das farbenfrohe Endprodukt mit seiner glatten, glänzenden Oberfläche überzeugt dann sicherlich endgültig.
Abschließend noch ein kleiner Hinweis zu dem in den Bildern erkennbaren Knopf für die Umschalttaste »Sprechen-Hören«: Diese Tasten waren ohne Knopf erhältlich. Ein passend aufgebohrter Zahnpastatubenverschluß, der klemmend aufgeschoben wird, erwies sich als wirkungsvoller Ersatz. Die obere Öffnung kann z. B. mit der Knetmasse »Suralin« verschlossen werden. Aus diesem Material läßt sich aber auch der ganze Knopf herstellen, wenn nach den Suralin-Verarbeitungsregeln verfahren wird.

## 6.2. Nebenstellen

Neben der soeben beschriebenen Möglichkeit und den vielfältigen anderen Materialvarianten bieten sich für die Nebenstellen auch Fertiggehäuse an. Dabei ist zu bedenken, daß oft nur die Hauptstelle als »Tischapparat« fungiert, während Nebenstellen auch an Wänden hängen können (z. B. Türsprechanlage). Dann ist die Pultform funktionell nicht einzusehen. Besitzer des inzwischen weitverbreiteten Elektronik-Baukastensystems PIKOTRON haben die Möglichkeit, seine beiden Lautsprecher samt Gehäuse außer für (gelegentliche) Experimente auch als Nebenstellen einzusetzen. Dazu erhält das Gehäuse lediglich 2 Durchbrüche für die Tastenknöpfe (am Beispiel sind sie quadratisch) unterhalb des Lautsprechers. In der darunterliegenden Seitenwand sind außerdem noch Bohrungen zur Befestigung der Nebenstellenleiterplatte erforderlich. Auf Wunsch kann die Rückseite mit einer Wandfliese 120 mm × 120 mm geschlossen werden, denn genau diese Maße hat das Gehäuse auch!
Umgekehrt ist es also durchaus möglich, das gesamte Nebenstellengehäuse aus Plastfliesen und dennoch PIKOTRON-artig zu bauen, wenn das die Größe des in der Nebenstelle verwendeten Lautsprechers erfordert. Er soll ja vom Hauptstellenlautsprecher möglichst abweichende akustische Eigenschaften haben, was die Verständlichkeit fördert. (Resonanzeffekte der Lautsprecher bleiben so in Grenzen.) Die Nebenstellen der Musteranlage wurden durch je 2 Kleinakkumulatoren RZP 2 gespeist. Die dazu nötigen Batteriebehälter aus dem System »Amateurelektronik« passen ebenfalls genau in das PIKOTRON-Gehäuse. Bild 26 zeigt den auf diese Weise zur Nebenstelle gewordenen PIKOTRON-Lautsprecher.

## 6.3. Verbindungen

Wie bereits eingangs erwähnt (im Zusammenhang mit den Fragen von Leitungswiderstand und Leistungsaufteilung), genügt im allgemeinen 2adriger, am besten verdrillter „Klingeldraht" zum Verbinden der Hauptstelle mit den Nebenstellen. Für länger zusammenlaufende Leitungen, die erst danach zu den einzelnen Nebenstellen aufgefächert werden, eignet sich gut mehradrige Telefonleitung. Die längste Verbindungsleitung der Musteranlage führte zu einer (am Draht gemessen) etwa 30 m entfernten »Außenstelle«, doch lassen sich größere Entfernungen ebenfalls noch überbrücken.
Da die Hauptstelle selbst in gewissem Maße beweglich bleiben soll, verwendet man am besten für die ersten 2 m eine mehradrige Litzenleitung, die an der Wand in einer Klemmenleiste endet. Dort kann ebenfalls das Netzgerät fest montiert werden; auch von ihm führt eine 2adrige Leitung zur Hauptstelle.

**Wichtiger Hinweis**
Man kennzeichne alle Anschlüsse unverwechselbar, damit die Nebenstellen mit der Hauptstelle auch tatsächlich im Sinne der entsprechenden Bilder verbunden werden! Besonders bei Speisung der Nebenstellen aus einer zentralen (zweiten) Spannungsquelle kann es sonst zu Schäden in der Anlage kommen.

## 7. Stromversorgung

Infolge des relativ großen möglichen Speisespannungsbereichs für den Verstärker (allerdings verbunden mit einem entsprechenden Verstärkungs- und Aussteuerbarkeits-»Hub«) ist für die Anlage ein großes Spektrum von Stromversorgungseinheiten geeignet. Das beginnt beim mobilen »Kurzzeit«-Einsatz (z. B. für Geländespiele) mit einem Batteriekasten, der aus RZP-2-Behältern bestehen kann und unter oder hinter der Hauptstelle angebracht wird, und endet beim industriell angebotenen Netzteil für Transistorempfänger. Gerade die letztgenannte Möglichkeit hat wegen der garantierten Sicherheit gegen Berührungsgefahr zum Netz hin große Vorteile für den Amateur. Dazwischen liegen Eigenbaunetzteile, die aber nur in Verbindung mit Schutztransformatoren zulässig sind. Eine Möglichkeit besteht z. B. darin, den Klingeltransformator der Hausklingelanlage auszunutzen. Höhere Spannungen lassen sich gegebenenfalls durch eine Verdopplerschaltung erzielen, doch sollten 12 V nicht überschritten werden. Auch ein Fahrtransformator für Modellbahnen (Typ F2, entsprechend eingestellt und mit einer Siebkombination versehen) erwies sich als gut geeignet.
Gegen Hochlaufen der Spannung im Leerlauf über 12 V hinaus empfiehlt sich eine Leistungs-Z-Diode zwischen 10 V und 12 V auf einem Kühlblech 50 mm × 50 mm, wenn der Siebwiderstand zwischen den beiden 1000-$\mu$F-Elektrolytkondensatoren der zusätzlichen Siebschaltung etwa 10 $\Omega$ groß ist. Die Leerlaufspannung ohne Z-Diode soll dabei auf etwa 14 V eingestellt werden.
Stellvertretend für komplette, bereits stabilisierte Netzanschlußgeräte soll die Schaltung des in der Musteranlage verwendeten handelsüblichen Netzteils SG 6 P/12 vorgestellt werden (Bild 27), von dem es aber auch eine 6-V- und eine 9-V-Variante gibt. (Bei 9 V ist die Gefahr einer Überlastung kleinerer Lautsprechertypen geringer, sofern sie nicht zu kleine Widerstände, z. B. unter 8 $\Omega$, haben.) Bild 28 zeigt die Belastungskurve dieser Z-Dioden-Stabilisierungsschaltung; daraus läßt sich erkennen, daß der 10-$\Omega$-Vorwiderstand nur einen kleinen Teil des tatsächlich wirksamen $R_i$ des Netzteils bildet.
Sollen auch die Nebenstellen mit aus einem Netzgerät gespeist werden, so braucht man bei Variante 1 einen Schutztransformator mit 2 getrennten Wicklungen. Wo noch ein Klingeltransformator mit 3 sekundären Anschlüssen (3 V, 5 V, 8 V) vorhanden ist, hilft bei entsprechendem Geschick und genügender Sachkenntnis u. U. folgender Eingriff:
**Achtung! Nur Sachkundigen empfohlen, die für die weitere Erhaltung der Schutzfunktion des Transformators garantieren können!** Sofern nämlich der Abgriff für 3 V verdrillt herausgeführt wurde und erst an der Klemme kontaktiert ist, kann er vorsichtig geöffnet werden, so daß jetzt die Wickelteile für 3 V und 5 V (Wechselspannung, Effektivwert!) getrennt zur Verfügung stehen. Mit einer Einweggleichrichterschaltung (SY 200 o. ä. mit Lade-C 500 bis 1000 $\mu$F/10 V) wird aus der 3-V-Seite eine Gleichspannung in der Größenordnung von (nominell) 4,2 V gewonnen, die man zur Speisung der Nebenstellengeneratoren über einen dann nötigen 3. Draht zu den Nebenstellen benutzt. Da die 5-V-Seite nach Gleichrichtung nur etwa 7 V liefert ($U_{eff} \cdot \sqrt{2}$), empfiehlt sich eine Verdopplerschaltung. Hinter dieser ist eine 12-V-Leistungs-Z-Diode mit Kühlblech im gleichen Sinne wie bei obengenannter Fahrtransformatorlösung einzusetzen (Bild 29). Bei Variante 2 entfallen diese Probleme.

## 8. Wechselsprechanlage mit Verstärker nach Variante 2

Die »diskrete« Lösung aus Bauplan Nr. 25 wurde in diesem Bauplan nochmals ausführlich behandelt, da sie einmal ein bewährtes Modell darstellt und zum anderen ihre Bauelemente noch überall verfügbar sein dürften. Parallel dazu wächst das Angebot an integrierten Analogschaltkreisen vom Typ A 211 und dessen Bastelvariante R 211. Nicht nur, weil sie moderner ist und im Gesamtpreis sogar niedriger liegt als die erste Variante, soll sie daher im folgenden »anlagenkomplett« vorgestellt werden (Bild 30). Die in Abschnitt 7. beschriebene, etwas umständliche Art der Rufgeneratorspeisung in den Nebenstellen reduziert sich gegenüber der Variante 1 jetzt auf eine 3. Ader der Verbindungsleitung, wenn man nicht weiterhin eine 2adrige Leitung und damit die getrennte, nebenstellengebundene Batteriespeisung vorzieht. Gleichzeitig wird in dieser Anlage der Einsatz von Leuchtdioden für die Anzeige der rufenden Nebenstelle demonstriert. Eine solche optische Zuordnung hat natürlich erst ab mindestens 2 Nebenstellen Sinn. Schließlich enthält diese Anlage noch eine infolge der höheren Verstärkung nötige und den



Komfort erhöhende Lautstärkeeinstellung, die von außen zugänglich ist. Der Bandpaß entspricht dem der ersten Variante; der Gehäuseaufbau ist damit identisch.
Nach Bild 3 liegt der Lautsprecher des Bausteins an Minus (Masse). Das bedeutet:

- Die Stromversorgung kann über Plus geschaltet werden.
- Die Nebenstellen liegen in beiden Richtungen einseitig an Minus (Masse).
- Die Verknüpfungen werden damit übersichtlicher.
- Die Stromversorgung der Nebenstellen wird aus gleichem Grunde über eine 3. Ader aus der gemeinsamen Spannungsquelle möglich, wobei diese Ader vor den Hauptstellenschalter (also direkt an Plus) zu legen ist.

Damit kann nun jeder Leser zwischen der mit leicht erhältlichen Bauelementen realisierbaren, dafür arbeitsaufwendigeren und sogar teureren Variante in altbekannter Technik und – wenn er einen A 211 erwirbt – der modernen Schaltkreisvariante wählen.

## 9. Literatur

Wechselsprechanlagen wurden in den vergangenen Jahren in vielfältiger Weise gebaut und beschrieben.

Die Anlage dieses Bauplans ist die logische Weiterentwicklung der in den Originalbauplänen Nr. 2 (»Dialog«) und Nr. 10 (»Dialog Kombi«) gebotenen Prinzipien und stellt im wesentlichen die ergänzte Ausführung der Anlage von Originalbauplan Nr. 25 (»Dialog 74«) dar. Sie wurde jedoch auf Grund der zunehmend und zu günstigen Preisen zur Verfügung stehenden integrierten Leistungsverstärker um eine solche »zukunftssichere« Variante erweitert, die gleichzeitig eine einfachere Gesamtschaltung erlaubt. Daher auch der neu aufgenommene Abschnitt 8. und die Ergänzungen der vorangegangenen Abschnitte. So dürfte der Bau von »DIALOG 80« ohne weitere Literaturinformation gelingen. Im Text wird mit Vermerk [1] auf Originalbauplan Nr. 17 hingewiesen (NF-Stereo-Verstärker), in dem einiges zu eisenlosen Endstufen gesagt wird.

## 10. Bauelementefragen und Bezugsquellen

Eisenlose Verstärkertechnik ist, solange sie »diskret« aufgebaut wird, »transistorintensiv«. Billige Germanium- und Siliziumtransistoren sind, einzeln oder in den beliebten Bastlerbeuteln, überall erhältlich. Das bedeutet, daß der elektronische Teil schon bei Variante 1 kaum teurer werden muß als der noch mit 2 Kleinübertragern zu je 6,– bis 7,– M in der Hauptstelle und je einen solchen Übertrager in jeder Nebenstelle bestückte »DIALOG«-Verstärker von 1964. Freizügigere Bauweise wurde möglich durch die modernen Miniaturtastenschalter. In den Schaltungen des Bauplans werden die modernsten dieser Tastenschalter eingesetzt; ihre Vorläufer in etwas kompakterer, aber im Gesamtwirkvolumen kaum größerer Ausführung passen mit nur geringen Änderungen bezüglich der Befestigung ebenfalls in die vorgestellten Konstruktionen. Auch bei diesen Bauelementen zeigt sich der große qualitative Sprung in günstigeren, weil kleineren »Qualitäten«, die gleichzeitig eine viel leichtere, angenehmere Betätigung brachten.
Als Lautsprecher sind viele Typen geeignet, je nachdem, welches Volumen die Anlage im ganzen einnehmen soll. Ab 1 W zulässiger Leistung können 8-$\Omega$-Typen völlig unbedenklich an den Verstärker angeschlossen werden, bei kleineren aufgedruckten Leistungen beachte man die Hinweise im Text. Kleinere Impedanzen (z. B. 5$\Omega$) sind entsprechend der Auslegung des Verstärkers noch möglich, ergeben allerdings nicht mehr die theoretisch zu erwartende Leistungssteigerung, die ja auch gar nicht gebraucht wird.
Die übrigen verwendeten Bauelemente gehören zum Standardsortiment der inzwischen wohl allgemein bekannten Amateurbedarfsgeschäfte. Die für das Hauptstellengehäuse verwendeten verschiedenfarbigen Polystyrolfliesen 120 mm × 120 mm erhält man z. B. in den Heimwerkerabteilungen der Centrum-Warenhäuser (zumindest war das bei Manuskriptabschluß der Fall); Plastikfix führen manche Büromaterialgeschäfte, Farbenläden und Warenhäuser. »Klingeldraht«, Lüsterklemmleisten und Klingeltransformatoren gehören, ebenso wie die Signallämpchen 3,8 V/0,07 A, zum Standardangebot von Elektrofachgeschäften. Das Netzteil SG 6 P/12 war bei Manuskriptabschluß in vielen RFT-Filialen erhältlich.

Für die Leiterplatten schließlich können in den bekannten Fachfilialen, mindestens im „RFT-Amateur" Berlin, Erfurt, Leipzig sowie im Elektronikversand Wermsdorf, wieder ätzfeste Abreibefoliebögen erworben werden, von denen sich die kompletten Leiterbilder in wenigen Minuten auf die gesäuberte Kupferfolie übertragen und danach ätzen lassen. Zum vorliegenden Bauplan gehört das »typofix-electronic-special«-Blatt zu Bauplan Nr. 39 im Format A 5. Dieses Verfahren wurde erstmals bei Bauplan Nr. 37 praktiziert und bei Bauplan Nr. 38 fortgesetzt. So wird der Amateur von den Zufällen und der Bereitschaft von Industriebetrieben unabhängig, die Amateurbedarf als eine meist unrentable, belastende Nebenproduktion ansehen und in der Vergangenheit dadurch die Anwendung aktueller Schaltungen mit modernen Bauelementen beim Amateur durch langlebige Standardsortimente behinderten. Dadurch, daß nun – »frisch« – zu jedem Bauplan diese Leiterplatten auf modernste Weise beim Amateur entstehen können (abreiben, ätzen, bohren, säubern – fertig!), wird gleichzeitig einer volkswirtschaftlich ungünstigen Lagerfertigung mit langer Anlaufzeit vorgebeugt. Da dieses Verfahren für die Baupläne Nr. 37 und Nr. 38 erst kurz vor deren Drucklegung möglich wurde, folgen nun noch einige bereits im Bauplan 38 gegebene Hinweise auf Grund der bisherigen Erfahrungen.
Beim Verarbeiten gewünschten Blatt-Teil abschneiden, auf gesäubertes kupferkaschiertes Halbzeug legen, am Rand einseitig mit Klebestreifen sichern, zügig z. B. mit leicht verrundetem Bleistift „B" Leiterbahnen nachziehen, am besten längs eines breiten, fest aufliegenden Lineals. Nach Abreiben jeder einzelnen Leiterbahn (durch Graufärbung erkennbar) Folie vorsichtig hochheben (Klebestreifen sichert dabei deren Lage) und abgeriebene Partie mit dem Finger andrücken. Fertiges Leiterbild ggf. vorsichtig mit Waschbenzin in Wattebausch von abgeriebenen Wachsrändern um die Leiterzüge befreien, da diese ätzhemmend wirken. Fehlstellen können mit Lötaugen und Leiterstücken eines „typofix-electronic-universal"-Blattes repariert werden. Platte in Eisen-III-Chlorid- oder Ammonium-Persulfatlösung ätzen.
Bei Bestellungen dieser Abreibefolien im Konsum-Elektronik-Versand Wermsdorf (7264; Postfach) bitte folgendes beachten: Außer den Abreibebögen für die Baupläne ab Nr. 37 und „typofix-electronic-universal"-Bögen wird dort auch ein Standardsortiment Buchstaben- und Ziffernblätter zum Beschriften von Frontplatten, Zeichnungen und Leiterplatten geführt. Es sind dies in A 4 die Blätter Nr. 5 und Nr. 744, in A 5 die Nrn. 2007, 2008 und 2019. A 5-Preis: 1,65 M (gilt auch für die „electronic"-Blätter), A 4-Preis: 2,35 M. Die Bestellsumme plus 0,40 M Porto für die verschlossene Spezialverpackung ist per Postanweisung zu übersenden; die gewünschten Blätter und ihre Stückzahlen sind auf der Rückseite des schmalen Anweisungsabschnitts als Bestellung zu vermerken. Dieses Verfahren gilt nicht, wenn außerdem noch Bauelemente bestellt werden, für die dann bereits eine größere Verpackung nötig ist. In diesem Falle erfolgt wieder – wie üblich – Nachnahmeversand gegen schriftliche Bestellung (Postkarte genügt).

1. Auflage, 1.–25. Tausend · © Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik (VEB) – Berlin, 1979 · Cheflektorat Militärliteratur · Lizenz Nr. 5 · LSV: 3539 · Lektor: Rainer Erlekampf · Zeichnungen: Manfred Schulz
Typografie: Helmut Herrmann · Hersteller: Hannelore Lorenz · Korrektor: Ingeborg Kern · Printed in the German Democratic Republic · Gesamtherstellung: Grafischer Großbetrieb Sachsendruck Plauen · Redaktionsschluß: 20. April 1978 · Bestellnummer: 746 069 6

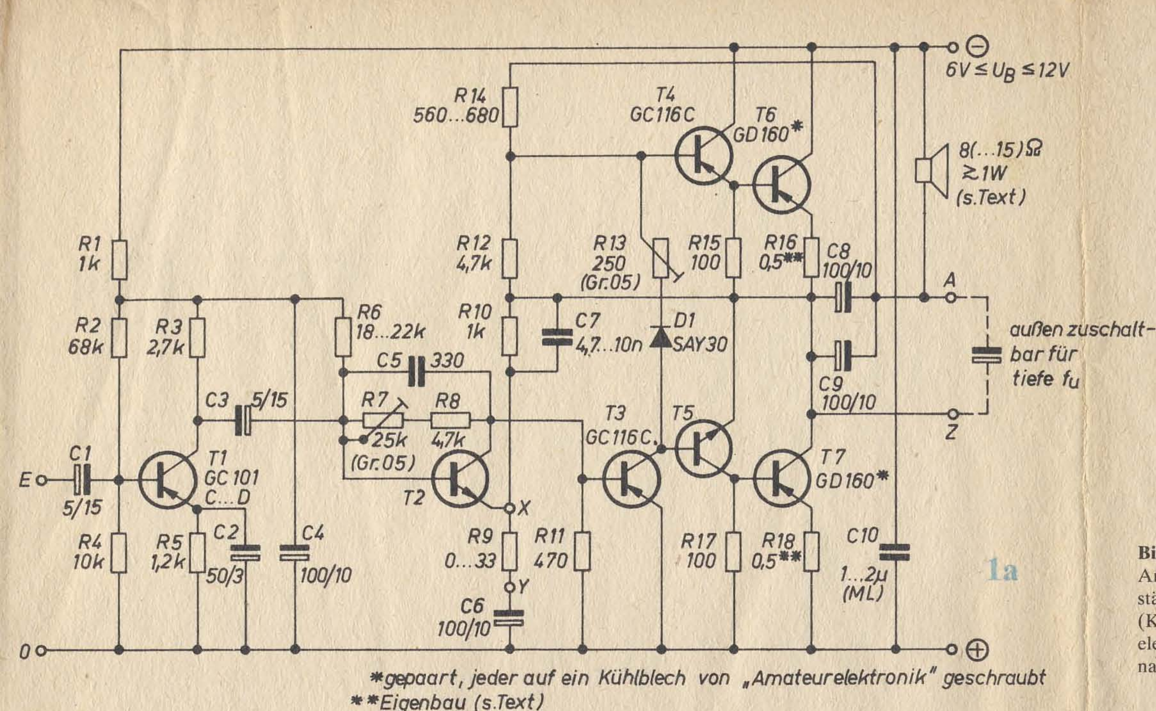


**Tabelle 1**
**Einige Daten des Verstärkerbausteins in Verbindung mit den Oszillogrammen nach Bild 5**

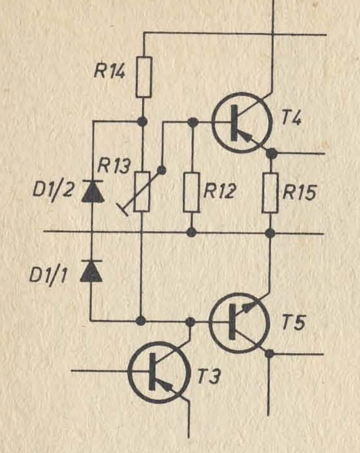
| | | bei R 9 = ... Ω | $C_z$ = ... µF | Oszillogramm Bild 5... |
|---|---|---|---|---|
| untere Grenzfrequenz | 75 Hz | 10 | 1000 | a |
| (zum Vergleich) | 75 Hz | 10 | 0 | b |
| | 250 Hz | 10 | 0 | c |
| | 350 Hz | 2,7 | 0 | |
| obere Grenzfrequenz | 24 kHz | 10 | 0 | d |
| | 18 kHz | 2,7 | 0 | |
| Oszillogramme im Übertragungsbereich | 16 kHz | 2,7 | 0 | e |
| (Kurvenform) | 4 kHz | 2,7 | 0 | f |
| | 0,3 kHz | 2,7 | 0 | g |
| Eingangsspannung für | | | | |
| $P_{max}$ bei 1 kHz: $U_{spitze}$ | 1 mV | 10 | 0 | |
| | 0,3 mV | 2,7 | 0 | |
| Ruhestromeinstellung | 9 mA | 2,7 | 0 | l |
| für $U_B$ = 9 V | 14 mA | 2,7 | 0 | m |
| (Kurvenform für $P_{max}$ | 20 mA | 2,7 | 0 | n |
| bei 400 Hz) | 25 mA | 2,7 | 0 | o |
| »U/2«-Einstellung | 4,1 V | | 0 | n |
| für $U_B$ = 9 V | 4,5 V | | 0 | p |
| | 3,8 V | | 0 | q |
| kleine Betriebsspannung | | 10 | 0 | h |
| ($U_B$ = 6 V); Variation der | | 2,7 | 0 | i |
| Gegenkopplung; f = 400 Hz | 0 | 0 | 0 | k |
| Wechselsprechbetrieb mit Netzteil nach Bild 27, Bild 28 | | | | |
| Ruhestrom | 16 mA | | | |
| Strom bei Vollaussteuerung | 170 mA | | | |
| unbegrenzter Sinus bis $P_{max} \approx$ 0,9 W an $R_L$ = 8 Ω (dabei noch $U_B \approx$ 9,5 V) | | | | |

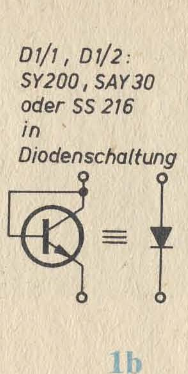
**Tabelle 2**
**Widerstandswerte gebräuchlicher Drahtdurchmesser für 50 m Leitungslänge** (also 100 m Drahtlänge für Hin- und Rückleitung)

| Drahtdurchmesser des blanken Drahtes | Widerstand für 100 m (= 50 m Doppelleitung) |
|---|---|
| mm | Ω |
| 0,4 | 14 |
| 0,5 | 9 |
| 0,6 | 6 |
| 0,7 | 4,5 |
| 0,8 | 3,5 |
| 0,9 | 2,7 |
| 1 | 2,2 |

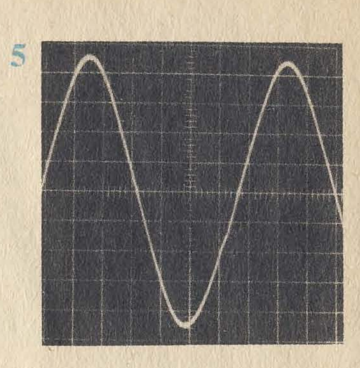


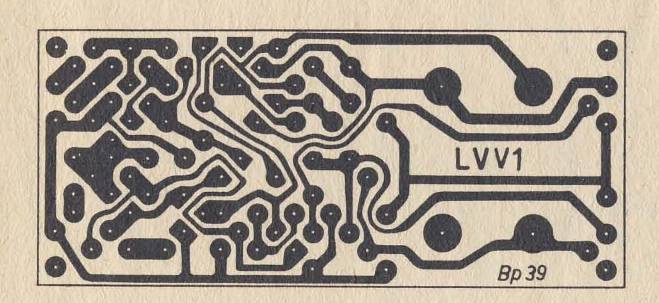

*gepaart, jeder auf ein Kühlblech von „Amateurelektronik" geschraubt
**Eigenbau (s.Text)
T2, T5 SF 131, 136, 216, SS 216 (C...D)



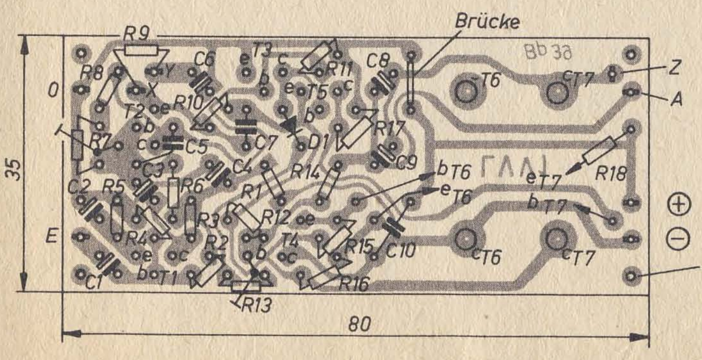

1b




2a

**Bild 1**
a – Stromlaufplan der Variante 1 des 1-W-Verstärkerbausteins;
b – Variante mit 2 Siliziumdioden (günstigere Einstellbarkeit des Arbeitspunkts; komplizierteres Leitungsmuster erforderlich)



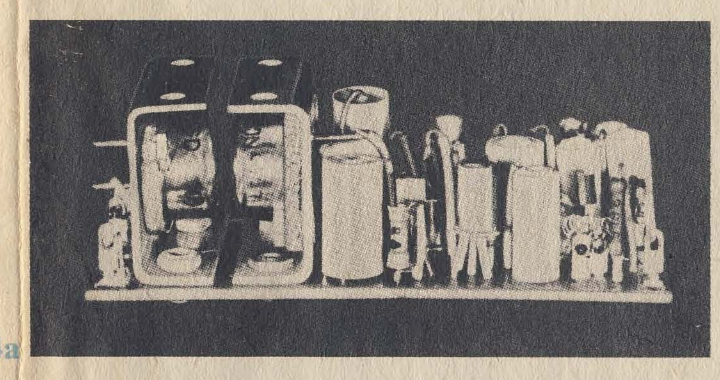

2b

„Z" für evtl. Zusatz-C
≙ Stecklötöse o.ä. Anschluß

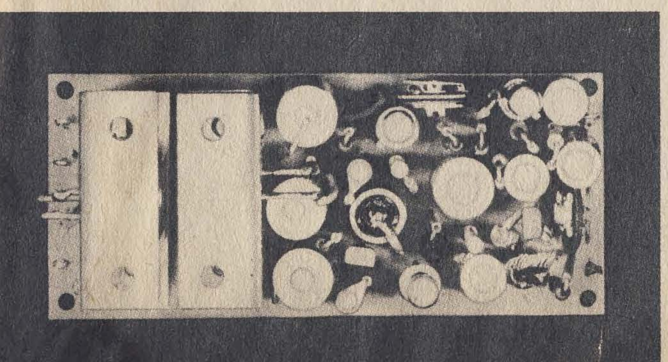
Bauelemente stellen Potentiometer Gr. 05

(in jeder Ecke aufbohren je nach Befestigungsart)

**Bild 4 a und b**
Ansichten des fertigen Verstärkerbausteins nach Variante 1 (Kühlbleche: System »Amateurelektronik«); c und d Baustein nach Variante 2 mit IS

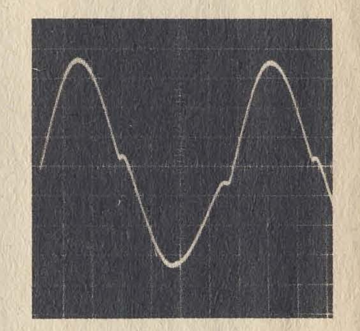


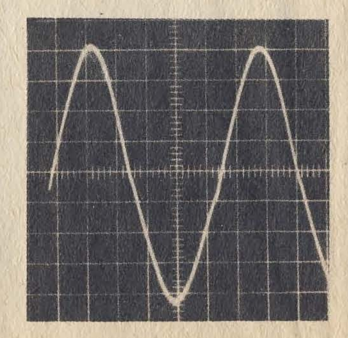
4a



4b

**Bild 5 a bis q**
Oszillogramme für das Verhalten des Verstärkerbausteins nach Bild 1 je nach Gegenkopplung und Einstellung des Arbeitspunkts (s. Tabelle 1) am Verstärkerausgang mit $R_L = 8\ \Omega$ (LP 553)
Reihenfolge von links oben nach rechts unten





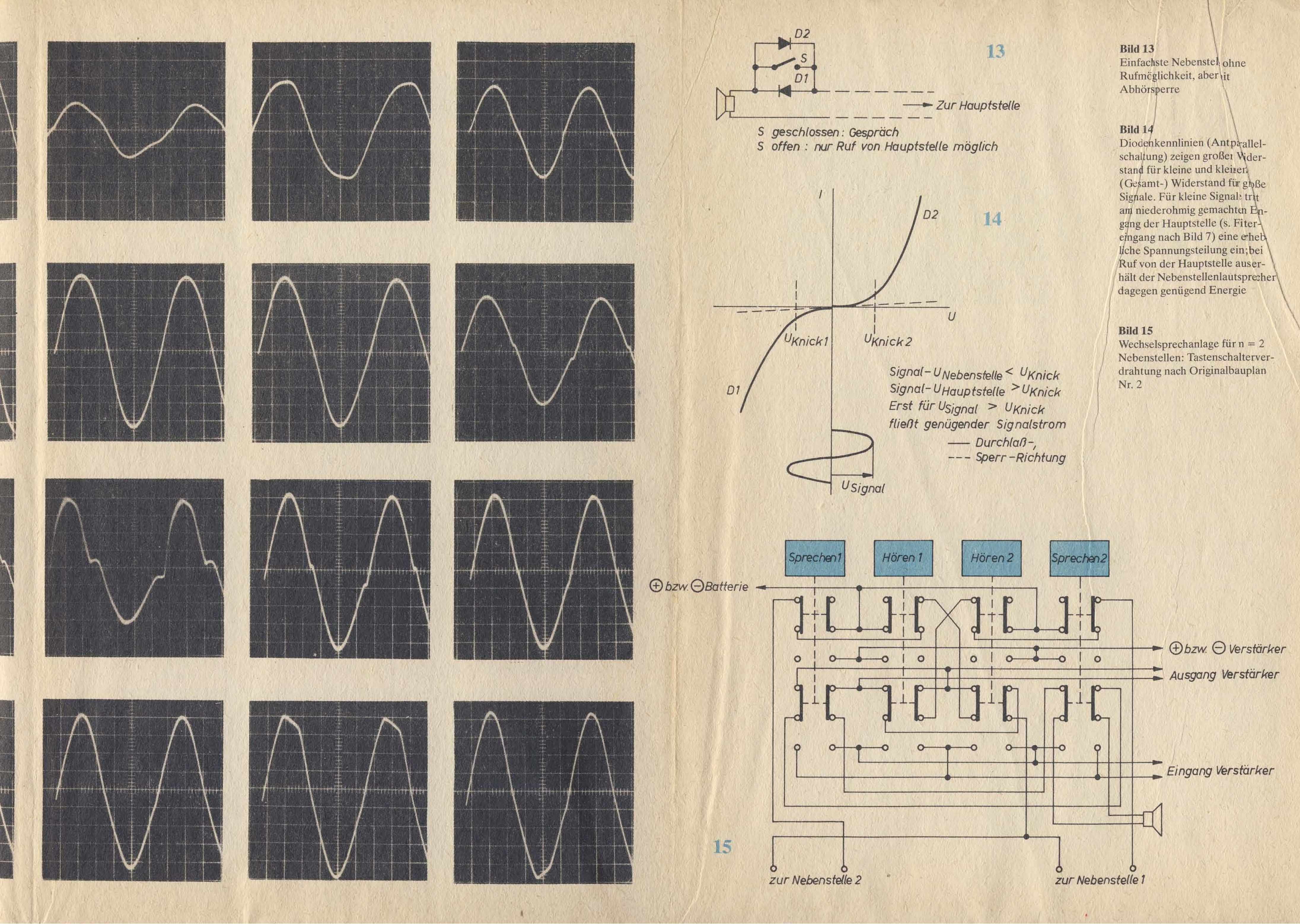


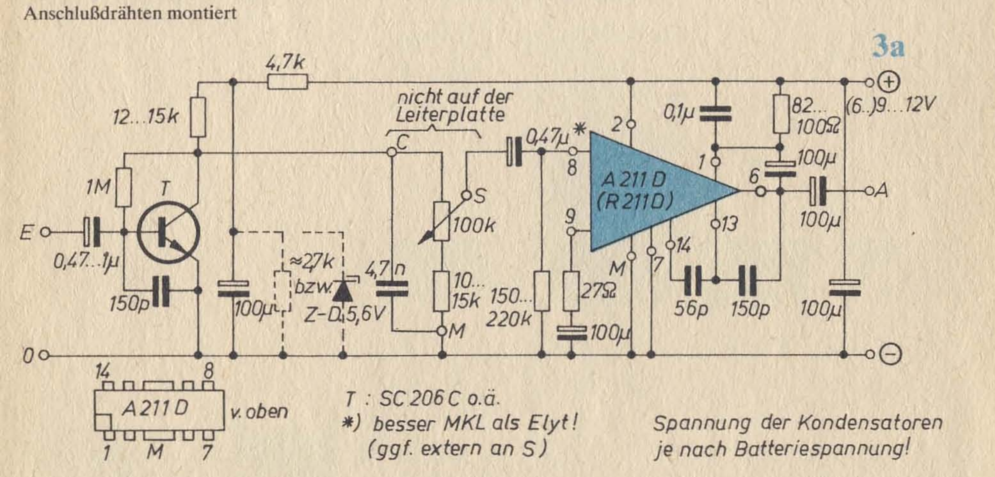

**Bild 13**
Einfachste Nebenstelle ohne Rufmöglichkeit, aber mit Abhörsperre

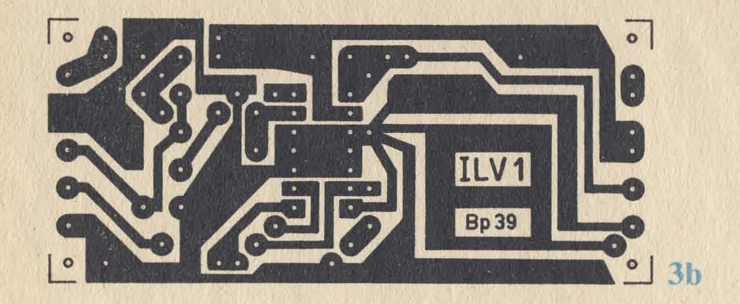
**Bild 14**
Diodenkennlinien (Antiparallelschaltung) zeigen großen Widerstand für kleine und kleinen (Gesamt-) Widerstand für große Signale. Für kleine Signale tritt am niederohmig gemachten Eingang der Hauptstelle (s. Fitereingang nach Bild 7) eine erhebliche Spannungsteilung ein; bei Ruf von der Hauptstelle auserhält der Nebenstellenlautsprecher dagegen genügend Energie

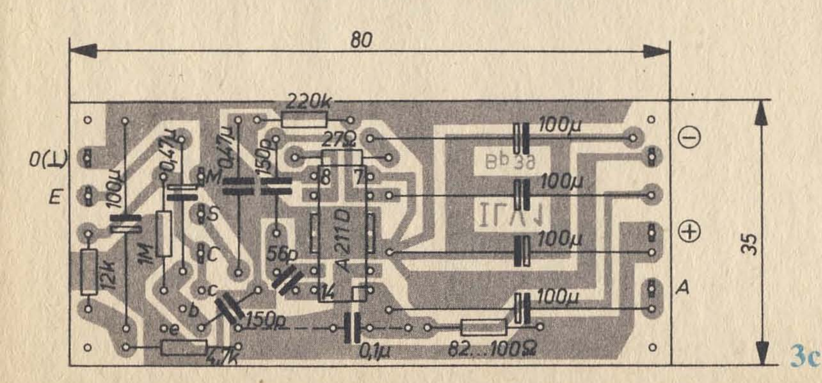
**Bild 15**
Wechselsprechanlage für n = 2 Nebenstellen: Tastenschalterverdrahtung nach Originalbauplan Nr. 2

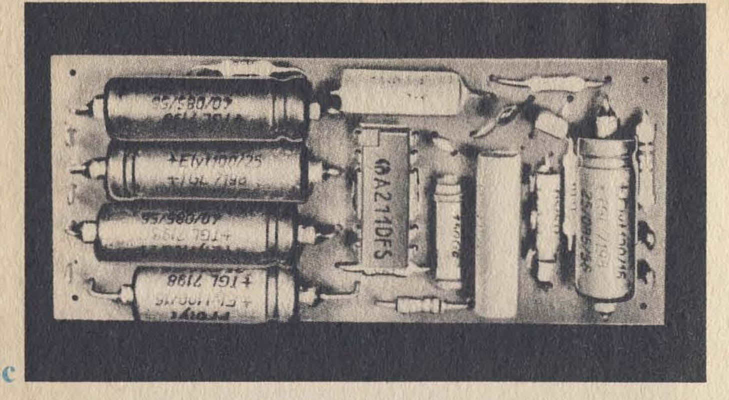
**Bild 2**
a – Leitungsmuster des 1-W-Verstärkerbausteins;
b – Bestückungsplan zu Bild 1a und Bild 2a (Bauelementeseite; Leitungsmuster »durchschimmernd«) – die Bauelemente werden stehend, die Widerstände und Transistoren gegebenenfalls mit Isolierschlauch über den Anschlußdrähten montiert

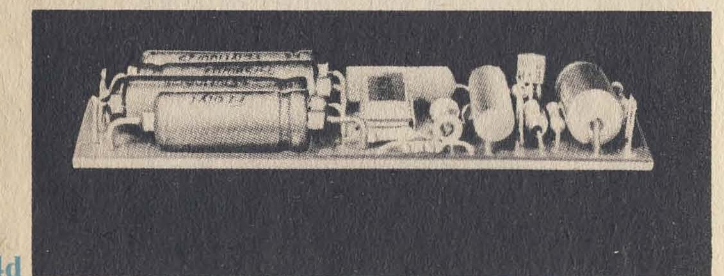
**Bild 3**
a – Stromlaufplan der Variante 2 des Verstärkerbausteins (IS-Variante);
b – Leiterbild zu a;
c – Bestückungsplan

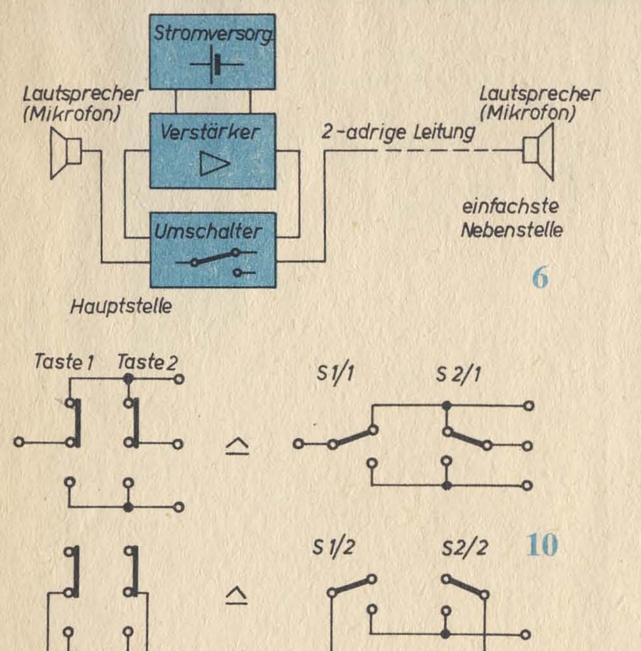


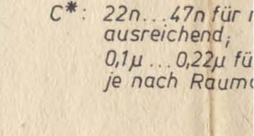





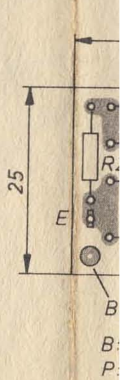



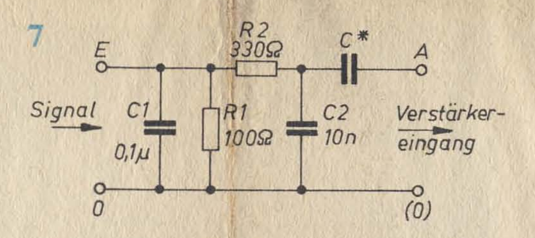

**Bild 6**
Prinzip einer einfachen Wechselsprechverbindung

**Bild 7**
Filtervorsatz zur Unterdrückung über die Leitung einstreuender Störfelder vom Lichtnetz und den dort angeschlossenen Verbrauchern sowie von Rundfunksendern

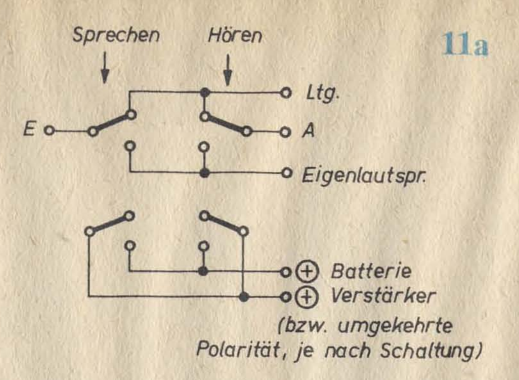
**Bild 8**
Leitungsmustervorschlag für Bild 7, geeignet für Universal-Leiterplatte 25 mm × 40 mm

**Bild 9**
Bestückungsplan (Bauelementeseite mit »durchschimmerndem Leitungsmuster) für Bild 7 und Bild 8

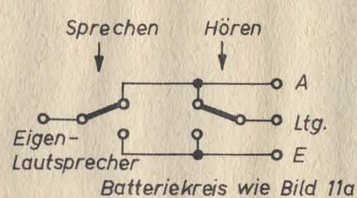
**Bild 10**
Einfachste Tastenbelegung für eine Wechselsprechverbindung (man beachte die Bedenken im Text!)




C*: 22n...47n für reine Sprechzwecke ausreichend;
0,1µ ... 0,22µ für Lauschverbindungen je nach Raumakustik (mehr Tiefen)



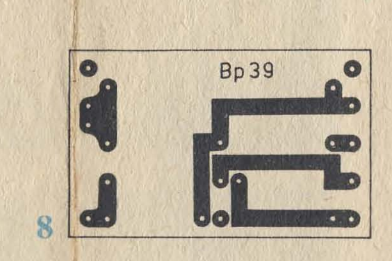

(bzw. umgekehrte Polarität, je nach Schaltung)




Batteriekreis wie Bild 11a

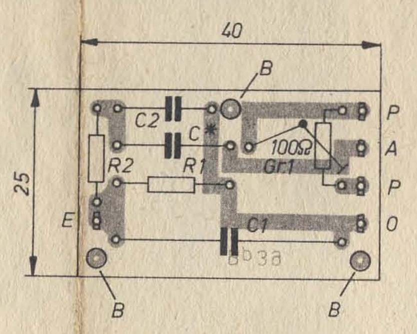
11b

**Bild 11**
a – Umschalten von Verstärkereingang und -ausgang;
b – Umschalten von Leitung und Eigenlautsprecher (Text beachten!)




chen Wechsel-

nterdrückung
nstreuender
htnetz und den
en Ver-
on Rundfunk-

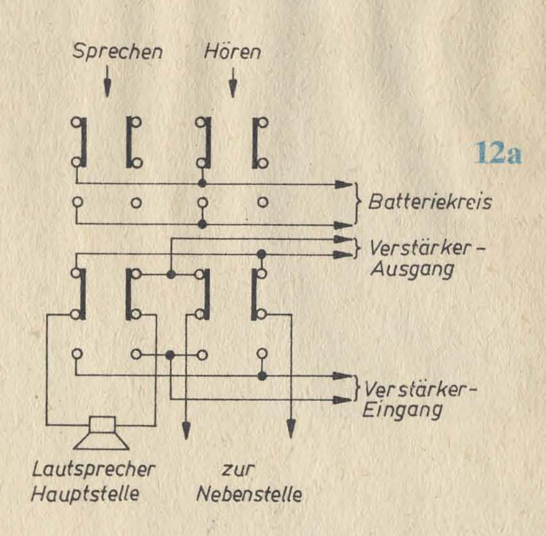



B: Befestigungsbohrungen
P: Potentiometeranschlüsse für x, y in Bild 1a (nur bei Bedarf)

schlag für
r Universal-
n × 40 mm

Bauelemente-
immerndem
ir Bild 7 und

für
lung
n im



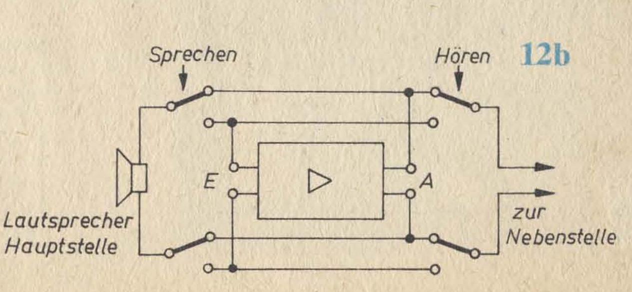
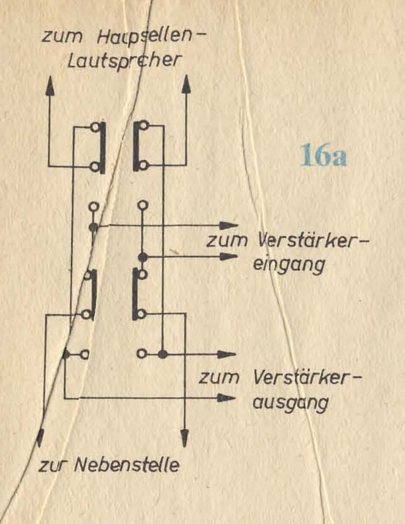
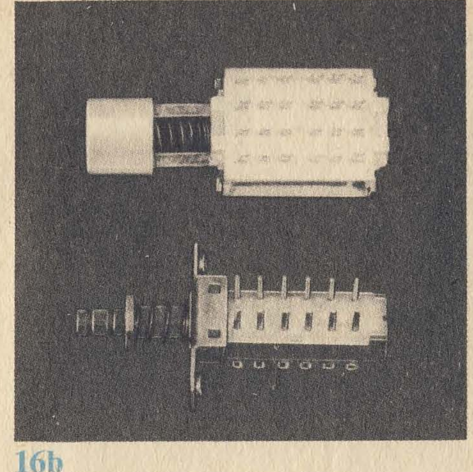




**Bild 12**
a – Günstigste Verdrahtung eines 2-Tasten-Schalters;
b – Übersichtsschaltplan der Anlage für Verdrahtung nach a



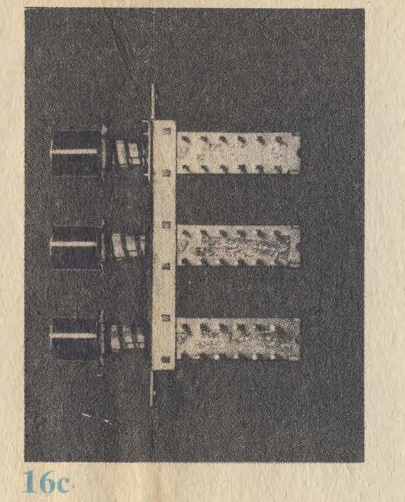
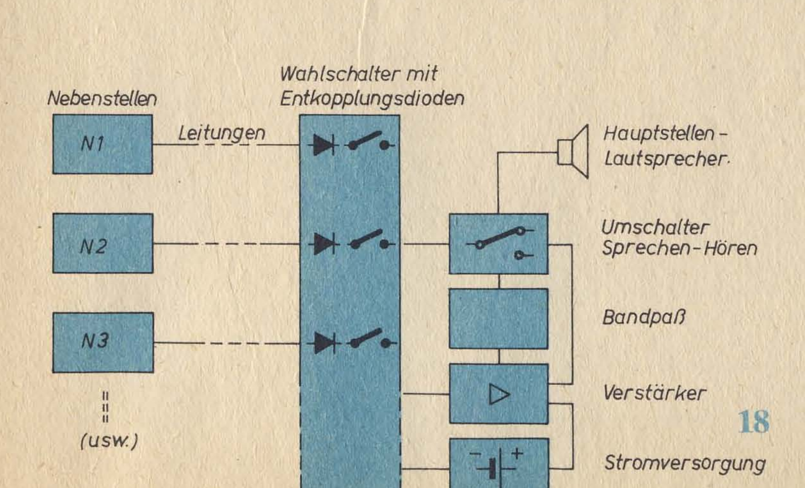




**Bild 16**
a – Verdrahtung der Sprech- und Hörtaste (Drücken: Sprechen) für eine Wechselsprechanlage mit n ≧ 3 Teilnehmern;
b – 2 Varianten für den Schalter nach a;
c – z. Z. gebräuchliche Tastenschalter, geeignet für Nebenstellenwahl usw.

(gezeichnet: Ruhezustand)
S1 S2 S3
Lautsprecher Hauptstelle
Umschalter Sprechen-Hören
N1 N2 N3
(Nebenstellen)
17

**Bild 17**
Prinzip der Nebenstellenwahl mit Entkopplungsdioden für Anlagen mit n ≧ 3 Teilnehmern




R1 500k
R5 2,2...2,7k
R4 100
R2 18...22k
T2 GC 116 B...C
T1 SF 131, 136, 216, SS 216 (C...D)
S1/2
R3 10...18k
C2 22n
S2/1
C1 50/15
S1/1
S2/3
4V *
D1 2x SY 200
D2
R7 ≈2,7
8...15 Ω
R6 180 ...200
S2/2
Leitung zur Hauptstelle
⊖
⊕ (bei zentraler Stromversorgung)
19

S1: Hörsperre auslösen („Gespräch") (rastend)
S2: Ruf (nicht rastend)
gezeichnet: Ruhezustand (mit Hörsperre bezüglich Hauptstelle)
*) bzw. 5V-Z-Diode (bei zentraler Stromversorgung)

**Bild 18**
Übersichtsschaltplan der gesamten Anlage mit Baustein nach Variante 1 für n ≧ 3 Teilnehmer

**Bild 19**
Nebenstelle mit »eisenlosem« Rufgenerator und mit den Tasten »Hörsperre auslösen« (rastend) und »Ruf« (nichtrastend). Die bei zentraler Stromversorgung zu empfehlende Z-Diode liegt in der Schaltung nach Bild 21/Bild 22 erst hinter dem Schalter, oder in der zentralen Versorgung wird eine gemeinsame Z-Diode vorgesehen

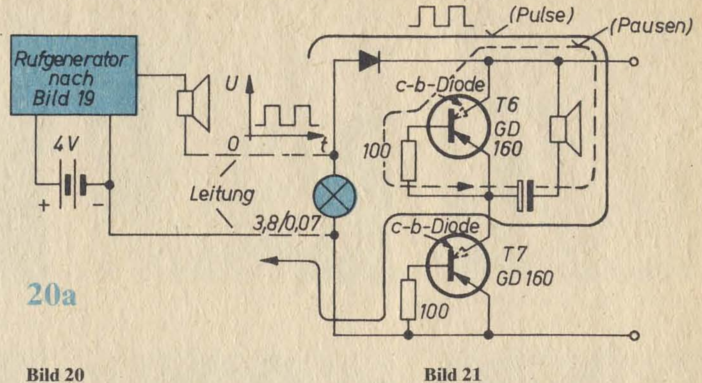



**Bild 20**
a – Stromkreis bei gedrückter Ruftaste einer Nebenstelle;
b – Rufimpulse der Nebenstelle (gegen 0 positive Impulsfolge) bei angeschlossener Hauptstelle am Gleichspannungseingang des Oszillografen (500 μs/cm, 3 V/cm);
c – Rufimpulse, mit 1 V/cm am Wechselspannungseingang des Oszillografen

**Bild 21**
Leitungsmustervorschlag für die Nebenstellenschaltung nach Bild 19. Beim Stellpotentiometer (Gr. 1, stehend, d. h. Form »P«) wurden alte und neue Bauform in der günstigsten Anordnung berücksichtigt. 2,7 Ω freitragend aus Widerstandsdraht (oder auf 1/8-W-Körper, stehend) montiert. Bei Verwendung von 2 Einzeltasten Befestigungslaschen absägen; Schalter werden in den Lötstellen gehalten

**Bild 22**
Bestückungsplan (Bauelementeseite mit »durchschimmerndem« Leitungsmuster) für die Nebenstelle nach Bild 19 und Bild 21. Für Gesprächstaste Aussparung zur Rastung; bei Ruftaste schlägt Tastenknopf an Plattenkante an, bevor die Rastung faßt

**Bild 23**
Vollständige Verdrahtung des Nebenstellenwahl-Tastensatzes einer Anlage mit Baustein nach Variante 1 mit 3 Nebenstellen, zusätzlicher optischer Signalisierung des Nebenstellenrufs und einer Durchschaltmöglichkeit (»D«) von Nebenstelle 1 wahlweise auf Nebenstelle 2 oder 3. Die gestrichelten Verbindungen gelten, wenn Taste »D« für eine 4. Nebenstelle benutzt wird (dann »D« analog 1 bis 3 beschalten). Bei Verwendung zum Durchschalten sind die gestrichelten Verbindungen zu öffnen und die Punkte mit gleichen Buchstaben miteinander zu verbinden (a-a, b-b usw.)

20b

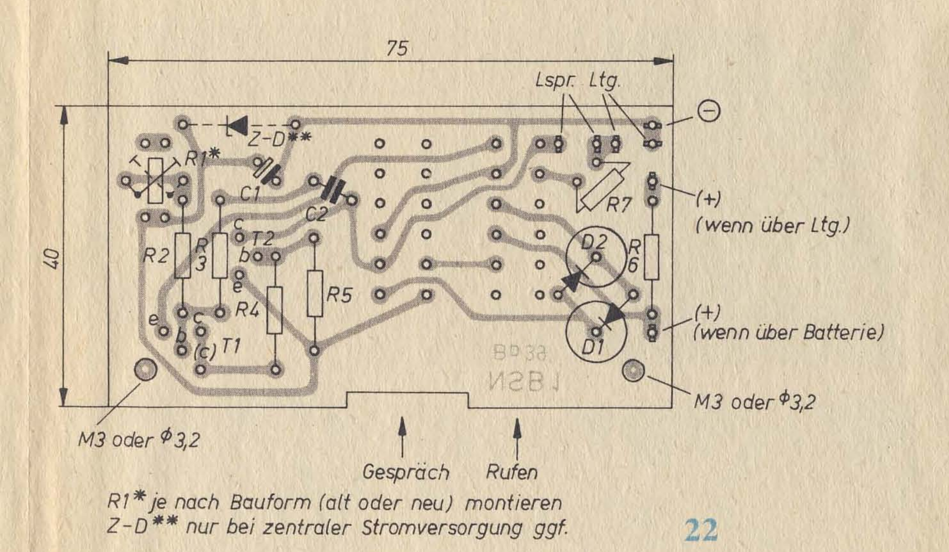
20c

NSB 1
Bp 39

21

D
1-2 (1-3)
1
2
3
S H
Netzteil
Bandpaß
Verstärker
Nebenstellen
1
2
3
a - - - - b usw.
s. Unterschrift

23




22

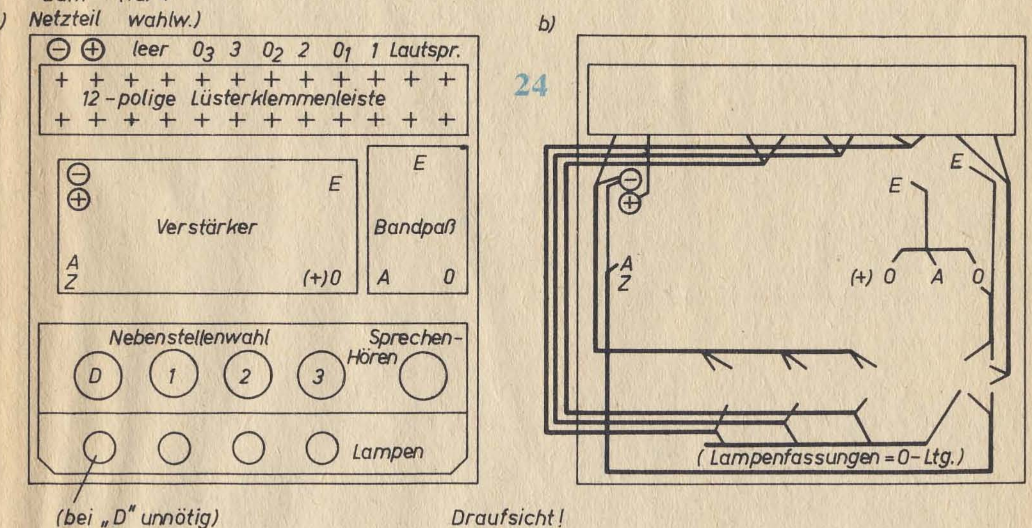
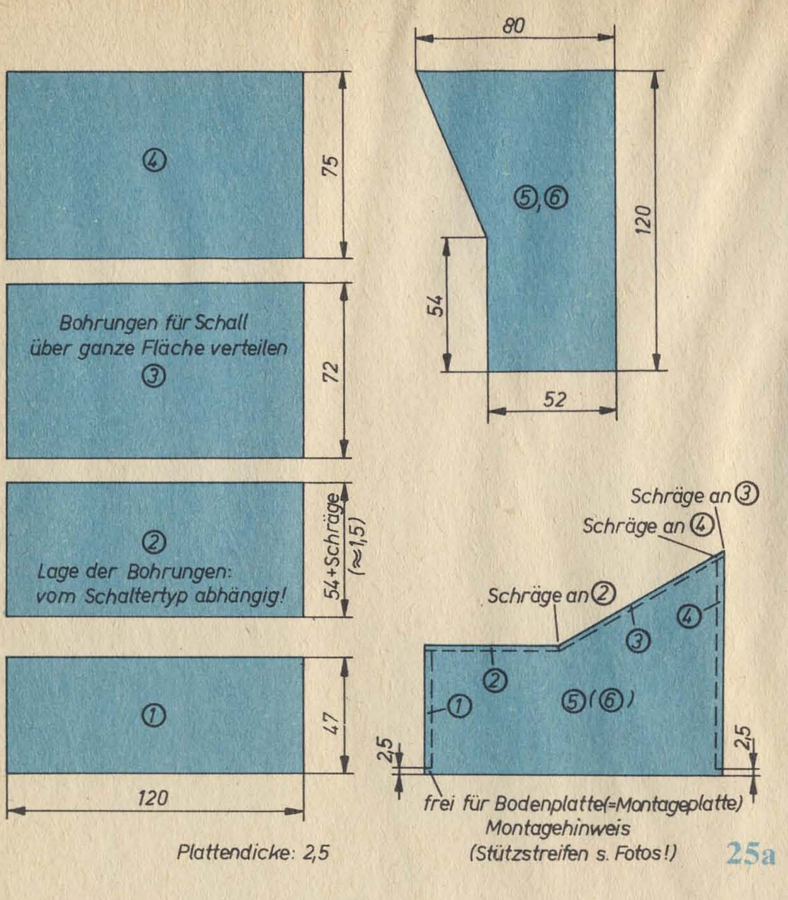
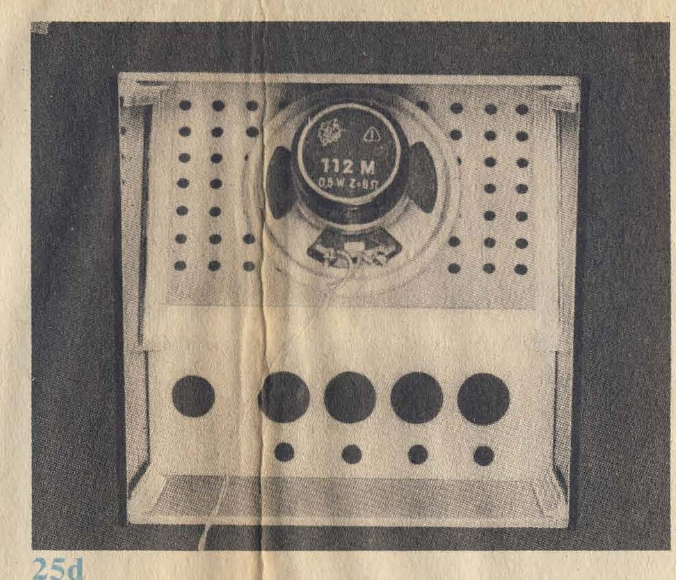



**Bild 24**
a – Anordnung der Baugruppen im Hauptstellengehäuse (außer Lautsprecher werden alle Teile auf der Bodenplatte montiert; Bohrungslage beim Bau festlegen, detailabhängig);

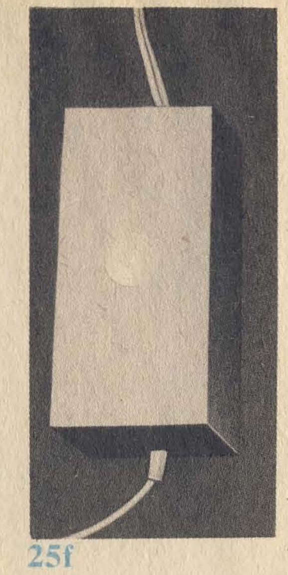
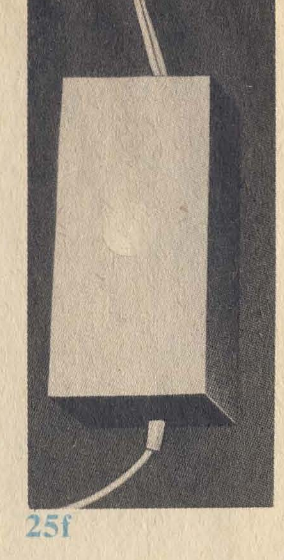
b – Lageplan für die (paarweise verdrillten) Verbindungsleitungen (der Übersichtlichkeit wegen paarweise dargestellt und noch ohne Berücksichtigung der »Durchschalt«-Leitungen gemäß Bild 23)




25a



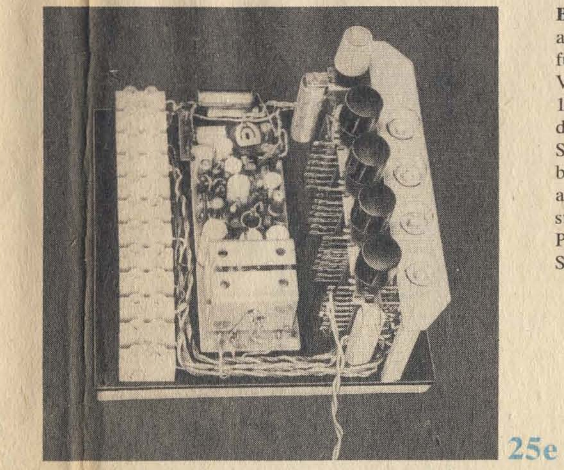

25d

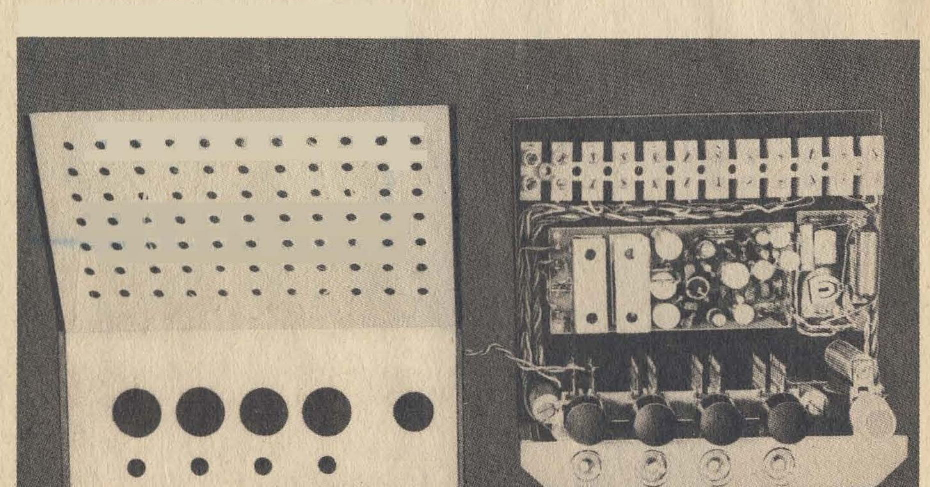
25f



**Bild 25**
a – wichtigste Maße der Platten für das Hauptstellengehäuse bei Verwendung von Polystyrolfliesen 120 mm × 120 mm, genaue Lage der Durchbrüche je nach Schaltertyp;
b bis f – einige Ansichten des ausgeführten Musters der Hauptstelle in einem Gehäuse aus Plastfliesen sowie Netzgerät SG 6 P

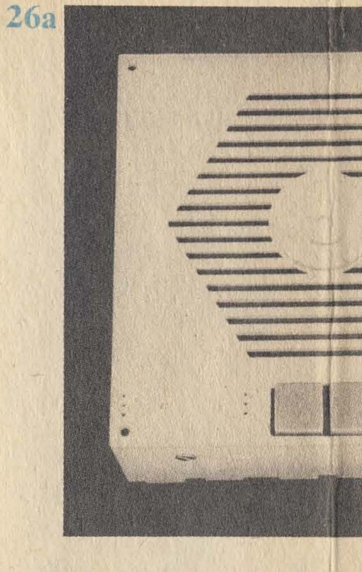


25e

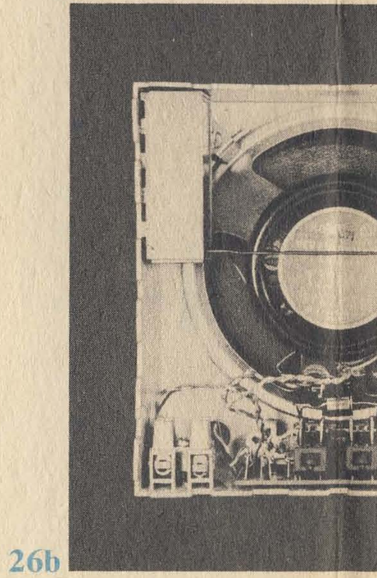


25c

25b



26a

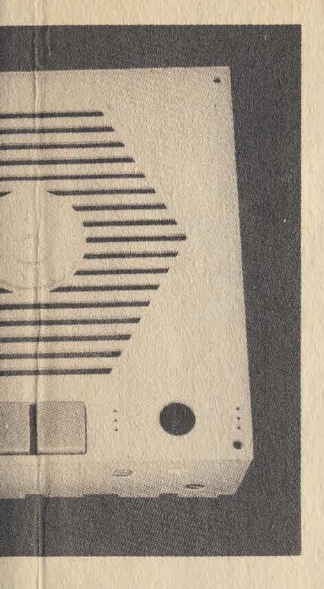


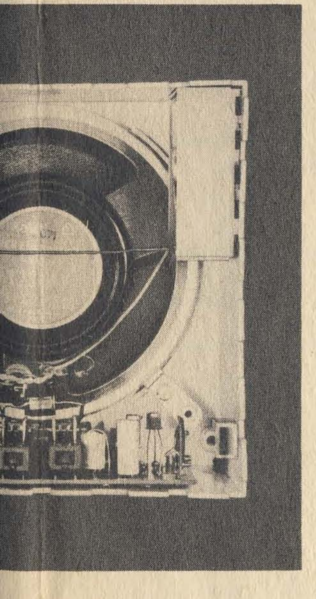
26b

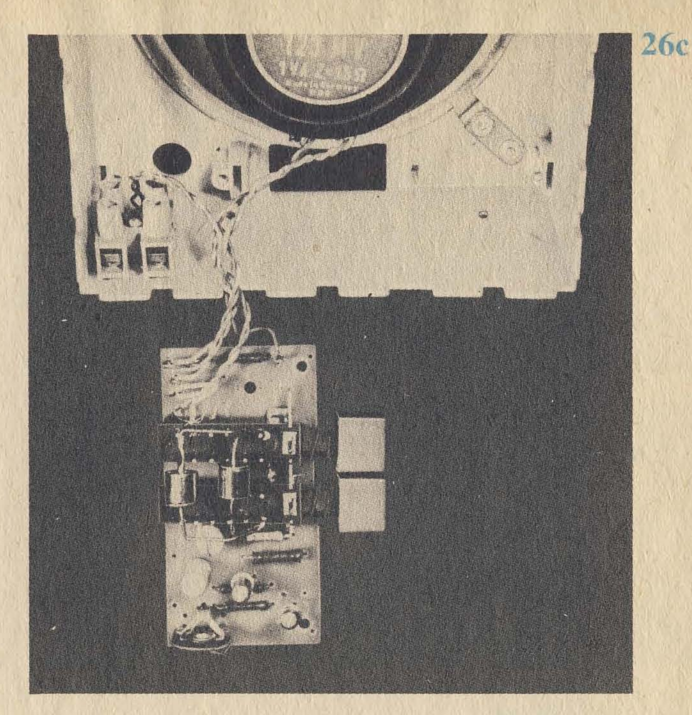
**Bild 26**
Nebenstelle in Lautsprechergehäuse des PIKOTRON-Elektronikbaukastensystems. Die nötigen Durchbrüche richten sich nach dem Tastenschaltertyp. Die Leiterplatte entspricht noch nicht dem endgültigen Stand nach Bild 21 und Bild 22!

**Bild 27**
Stromlauf
lichen Net
SG 6 P/12
für 6 V od

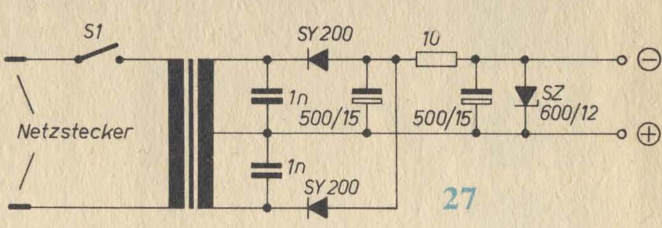
**Bild 28**
Netzteil-B
einem SG



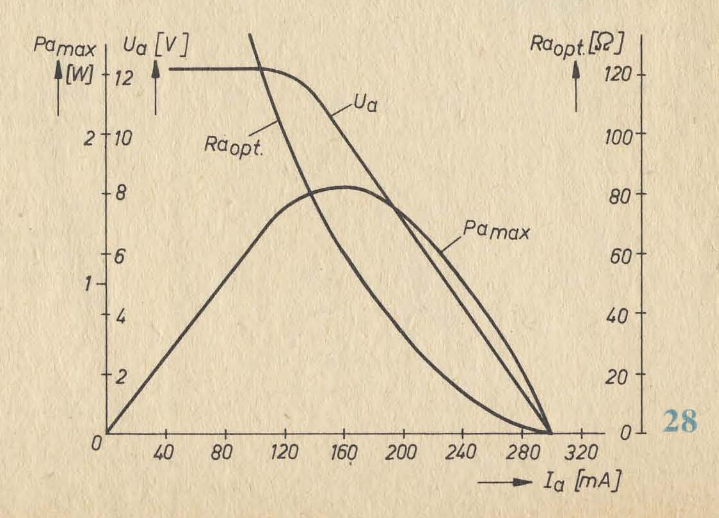




26c




27



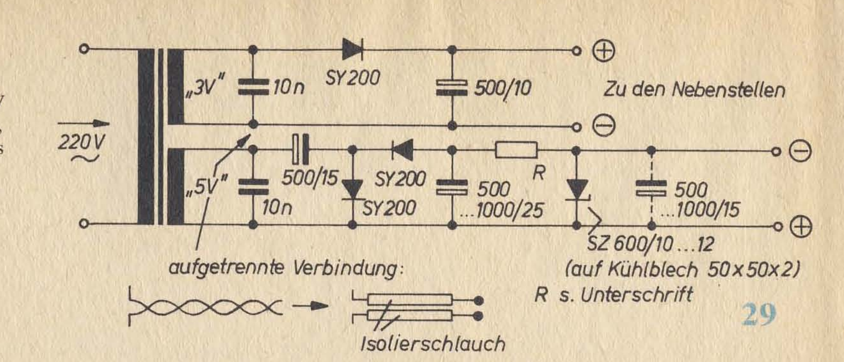

28

**Bild 27**
Stromlaufplan des handelsüblichen Netzanschlußgeräts SG 6 P/12 (12 V, auch erhältlich für 6 V oder 9 V)

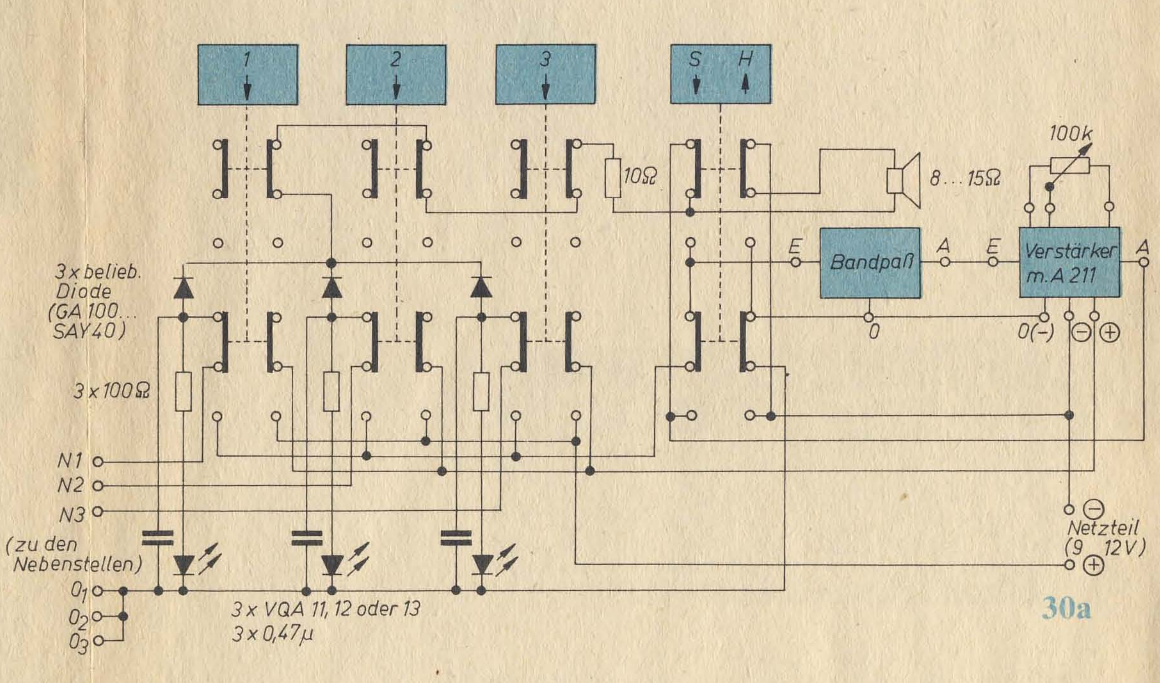
**Bild 28**
Netzteil-Belastungskurve, an einem SG 6 P/12 ermittelt

**Bild 29**
Möglicher Einsatz eines Klingeltransformators für 3, 5 V und 8 V nach Auftrennen der Anzapfung, falls dies möglich ist (Texthinweis beachten!), als Spannungsquelle für Haupt- und Nebenstellen. R: je nach $R_i$ des Netztransformators, so daß $I_{ZD} \lesssim 180$ mA bleibt

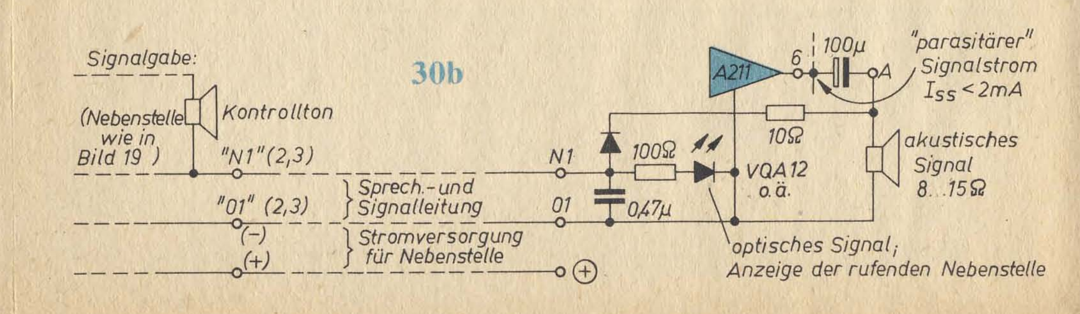
**Bild 30**
a – Wechselsprechanlage mit A-211-Baustein nach Bild 3;
b – Signalweg für Rufgenerator bei Variante 2 mit A 211




29




30a




30b